PROTECTION SPRAYING AGAINST SPRUCE BUDWORM IN NEW BRUNSWICK

1989

Natural Resources and Energy
Ressources naturelles et Énergie

92-00156/

Doc. #0291J

PROTECTION SPRAYING AGAINST SPRUCE BUDWORM IN NEW BRUNSWICK 1989

Nelson E. Carter
Timber Management Branch
Forest Pest Management Section
Department of Natural Resources and Energy
Fredericton, New Brunswick

1990

Hon. Morris V. Green
Minister

Bryan Walker
Deputy Minister

SUMMARY

In 1989, Forest Protection Limited (FPL) applied insecticides aerially to 576 900 ha of spruce budworm (Choristoneura fumiferana (Clem.)) infested forest in New Brunswick. This is a 28.6% increase from the 448 500 ha treated in 1988. In addition J.D. Irving Limited treated about 34 000 ha of its own freehold land compared to 98 000 ha in 1988.

Of the total area treated by FPL, 80.9% received a double application of the chemical fenitrothion (Sumithion) and 0.9% received a single application. About 18.2% of the total area received single (7.0%) or double (11.2%) treatments of bacterial insecticide, Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.)in the form of two products, viz. Futura XLV and Dipel 176.

Spray aircraft included 12 TBMs, 2 four-engine DC-6s and 11 single-engine agricultural-type small spray planes (SSPs). TBMs were used to treat about 47.6% of the total area (fenitrothion and B.t.) and the DC-6s treated about 39.2% of the area (fenitrothion only). The balance of the area was sprayed by SSPs. Of the 18.2% B.t. sprayed, one-third was done by TBMs and two-thirds by SSPs.

Objectives of the program were to limit budworm defoliation and retain 60% or more of the current year's needles on balsam fir (Abies balsamea (L.) Mill.) and 50% or more on red-black spruce (Picea rubens Sarg.-P. mariana (Mill.) B.S.P.).

Overall results from data pooled by treatment are similar, i.e. mean budworm mortality being 81% and 85%, mean branch defoliation being 21% and 13%, and mean reduction in expected defoliation being 63% and 69%, for fenitrothion and B.t. respectively. Marginally better overall results with B.t. can partly be explained by mean pre-spray populations that were about 1.8 times lower than in fenitrothion plots.

Comparisons between treatments were made but were restricted to low to moderate populations for B.t. In these ranges, the SSP 2 x 15 BIU/ha treatment appeared to be the best, with TBM and DC-6 2 x 210 g/ha fenitrothion and TBM 1 x 30 BIU/ha generally being similar. At low populations SSP 1 x 15 BIU/ha looked encouraging but less so at high populations. Ironically the TBM 2 x 30 BIU/ha rate did not give higher protection, but there were extenuating circumstances. At high and extreme populations, fenitrothion applied by TBM and DC-6 provided acceptable protection.

The aerial survey of defoliation detected an estimated 67 000 ha of light, 129 000 ha of moderate, and 267 000 ha of severe defoliation. Approximately 84% of the provincial moderate and severe defoliation occurred outside the treatment areas. Only 16.4% of the fenitrothion area and 17.6% of the B.t. area had moderate and severe defoliation. These values are similar to the previous 13-year average of 16% (range 6% to 38%).

It is believed that population levels, weather, larval and shoot development, and spray technology were favorable for the success of B.t. this year. It is not known whether similar results with B.t. would have been achieved with high to extreme populations.

Results of the L2 survey indicate only a 10% decrease in extent of infestation but a significant lessening in its intensity. For 1990, it is forecast that 1.47 million ha of forest land will contain variable (low to moderate), and moderate to high populations of budworm, primarily across the northern quarter of the Province, but with some large patches elsewhere. No significant damage is expected in the southern half of the province or throughout most of the western and eastern areas, continuing the low trend of the past few years in these areas.

ACKNOWLEDGEMENTS

To properly time and assess a large-scale spray program requires specialized knowledge and a sense of dedication and pride in one's work. The data and information contained in this report are directly related to the conscientious efforts of the following staff within DNRE: Mr. Lester Hartling, Mr. Dan Lavigne, Mr. Wilf Patterson, Ms. Janet Proude, Mr. Danny O'Shea, Mr. Ross Farquhar, Mr. Robert MacGregor, Mr. Peter MacNutt, Mr. Greg Simpson, and Mr. Carroll Cameron. Their hard work and the assistance of numerous summer staff is greatly appreciated.

The idea and protocol for the dose acquisition study came from Dr. K. van Frankenhuyzen of Forestry Canada - Forest Pest Management Institute. Foliage samples for the study were processed by summer assistants at a temporary laboratory under the direction of Mr. E. G. Kettela, Forestry Canada - Maritimes. Their assistance is greatly appreciated.

Special appreciation is also due to Mrs. Janet Lynch and Mrs. Jalaine MacKay for typing the various drafts of the manuscript.

TABLE OF CONTENTS

		Page
SUMMARY		
	ACKNOWLEDGEMENTS	ii
	LIST OF TABLES	iv
	LIST OF FIGURES	v
INTRODUCTION		
1.	THE SPRAY OPERATION	
	1.1 Area Sprayed	1
	1.2 Insecticides	1
	1.3 Operational Logistics	1
	1.4 Spray Costs	4
2.	SURVEYS AND ASSESSMENTS	
	2.1 Biological Criteria for Timing Spray Applications	4
	2.2 Pre-spray Population Checks	5
	2.3 Post-spray Checks	5
	2.4 Trial Evaluation of Dose Acquisition Technique	5
	2.5 Defoliation Surveys	5
	2.6 L2 Survey	6
3.	OVERVIEW OF BUDWORM DAMAGE IN 1989	
	3.1 Aerial Survey of Defoliation	6
4.	EFFECTIVENESS OF SPRAY OPERATIONS	
	4.1 Efficacy of Treatments	8
	4.2 Evaluation of Dose Acquisition Technique	16
5.	INFESTATION FORECAST FOR 1990	17
6.	CONCLUSIONS	
	6.1 Spray Operations	20
	6.2 Effectiveness of Program	20
	6.3 Forecast	20
REFERENCES		21

LIST OF TABLES

		Page
Table 1.	Areas sprayed by FPL for spruce budworm control in 1989 in New Brunswick (Does not include J.D. Irving Ltd. program).	2
Table 2.	Operational spray costs in New Brunswick from 1984 to 1988 and estimates for 1989. (Not adjusted for inflation).	4
Table 3.	Areas defoliated by spruce budworm in New Brunswick from 1975 to 1989.	6
Table 4.	Area of moderate and severe defoliation within areas treated with fenitrothion or B.t. in New Brunswick in 1989.	8
Table 5.	Mean larval numbers, larval mortality, and tree defoliation on balsam fir in fenitrothion, B.t., and check plots in 1989 in New Brunswick.	11
Table 6.	Summary of larval survivorship 48-hr after spray and another 48-hr later after rearing on diet at 28°C.	16
Table 7.	Comparision of spruce budworm forecast infestation levels 1981-1989.	17
Table 8.	Comparison of forecast area (ha) of Moderate and High infestations 1982-1989, including Variable (low-moderate) infestations in 1988 and 1989.	18

LIST OF FIGURES

		Page
Figure 1.	Areas sprayed by FPL for spruce budworm control in New Brunswick in 1989. (Does not include J.D. Irving Ltd. Program).	3
Figure 2.	Areas of light, moderate and severe defoliation caused by spruce budworm in New Brunswick in 1989.	7
Figure 3.	Mean pre-spray larval densities (larvae/branch or larvae/bud) in check plots, combined Fenitrothion, and combined B.t. treatment plots in 1988 and 1989.	9
Figure 4.	Comparision of relationships between expected defoliation and larvae/branch (A) or larvae/bud (B) from untreated check plots in 1988 and 1989.	10
Figure 5.	Relationships between defoliation and larvae/branch (A) or larvae/bud (B) from pooled Fenitrothion, pooled B.t., and untreated plots in 1989.	13
Figure 6.	Mean percent defoliation (and standard error) for each treatment in various larvae/branch population ranges in 1989.	14
Figure 7.	Mean percent defoliation (and standard error) for each treatment in various larvae/bud population ranges in 1989.	15
Figure 8.	Areas forecast to have variable (low to moderate), and moderate to high spruce budworm populations in New Brunswick in 1990.	19

PROTECTION SPRAYING AGAINST SPRUCE BUDWORM IN NEW BRUNSWICK IN 1989

In 1989, selected spruce budworm infested forests were aerially treated for foliage protection in New Brunswick. Both chemical and biological insecticides were used. Operational information may be found in the "1989 PROGRAM REPORT" prepared by Forest Protection Limited (Irving, 1989). This report outlines the program and evaluates various treatments in terms of foliage protection objectives. A forecast of infestation for 1990 is presented.

1. THE SPRAY OPERATION

1.1 Area Sprayed

In 1989, insecticide was aerially applied in New Brunswick to 576 900 ha of spruce budworm infested forest land (Table 1; Figure 1). This was 28.6% more than the 448 500 ha treated in 1988 (Carter, 1988). Spray logistics were planned and implemented by Forest Protection Limited (FPL). In addition, Forest Patrol Limited (J.D. Irving Ltd.) sprayed approximately 34 000 ha of J.D. Irving Ltd. freehold land, (J. Ketterling, J.D.I. Ltd., pers. comm.) compared to 98 000 ha treated last year.

1.2 Insecticides

Insecticides used in 1989 (Table 1) were: the chemical fenitrothion (Sumithion), and two brands of biological insecticide containing Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.) i.e. Dipel 176 and Futura XLV. Approximately 80.9 percent of the program was treated with double applications of fenitrothion and 0.9 percent with a single application of fenitrothion. About 18.2 percent of the total area received single (7.0%) or double (11.2%) treatments of bacterial insecticide. Various application rates were used (Table 1).

For small spray planes (SSPs), the spray was emitted using the "enhanced atomization technique" whereby the flowrate through each Micronair AU4000 atomizer was limited to 2 L/min/unit for faster atomizer rotation to produce finer spray droplets. Coupled with the potency of the B.t. products this enabled the spraying of B.t. at half the normal rate (i.e. 15 rather than 30 BIU/ha) in reduced total volume/ha. To achieve the 30 BIU/ha rate with SSPs, the target blocks were flown twice at the reduced rate. The TBMs sprayed B.t. using standard boom and nozzle equipment.

1.3 Operational Logistics

Forest Protection Limited was advised by the Department of Natural Resources and Energy that the first foliage protection spray blocks were biologically ready for chemical application the evening of May 26th. Adverse weather delayed spray operations until the morning of May 28th. Blocks were declared biologically ready for B.t. treatment starting the evening of May 30th and spraying with B.t. commenced the next evening. Spray operations ceased the evening of June 17th. During this time period, weather did not permit spraying on 7 complete days, characterizing this year as a "normal" spray year weather-wise (Irving, 1989).

Table 1. Areas sprayed by Forest Protection Limited for spruce budworm control in 1989 in New Brunswick*. (Does not include J.D. Irving Ltd. program).

Treatment**	Hectares (Thousands)	Percent	Aircraft Type
One Application - Biological			
15 BIU-D176/1.18 L/ha	8.8	(1.5)	SSP
30 BIU-FXLV/1.01 L/ha	12.0	(2.1)	SSP
30 BIU-FXLV/2.02 L/ha	10.2	(1.8)	TBM
30 BIU-D176/2.36 L/ha	9.0	(1.6)	TBM
SUB-TOTAL	40.0	(7.0)	
Two Applications - Biological			
15 BIU-D176/1.18 L/ha + 15 BIU-D176/1.18 L/ha	18.3	(3.2)	SSP
15 BIU-D176/1.18 L/ha + 15 BIU-FXLV/1.01 L/ha	31.6	(5.4)	SSP
30 BIU-FXLV/2.02 L/ha + 30 BIU-FXLV/2.02 L/ha	4.7	(0.8)	TBM
30 BIU-D176/2.36 L/ha + 30 BIU-FXLV/2.02 L/ha	10.3	(1.8)	TBM
SUB-TOTAL	64.9	(11.2)	
SUB-TOTAL BIOLOGICAL	104.9	(18.2)	
One Application - Chemical			
210 g Fen/0.44 L/ha	5.3	(0.9)	SSP
Two Applications - Chemical			
210 g Fen/1.46 L/ha + 210 g Fen/1.46 L/ha	466.7	(80.9)	TBM, DC-6
SUB-TOTAL CHEMICAL	472.0	(81.8)	
GRAND TOTAL	576.9	(100.0)	

*Source: Forest Protection Ltd.

**D176 = Dipel 176
FXLV = Futura XLV
Fen = Fenitrothion

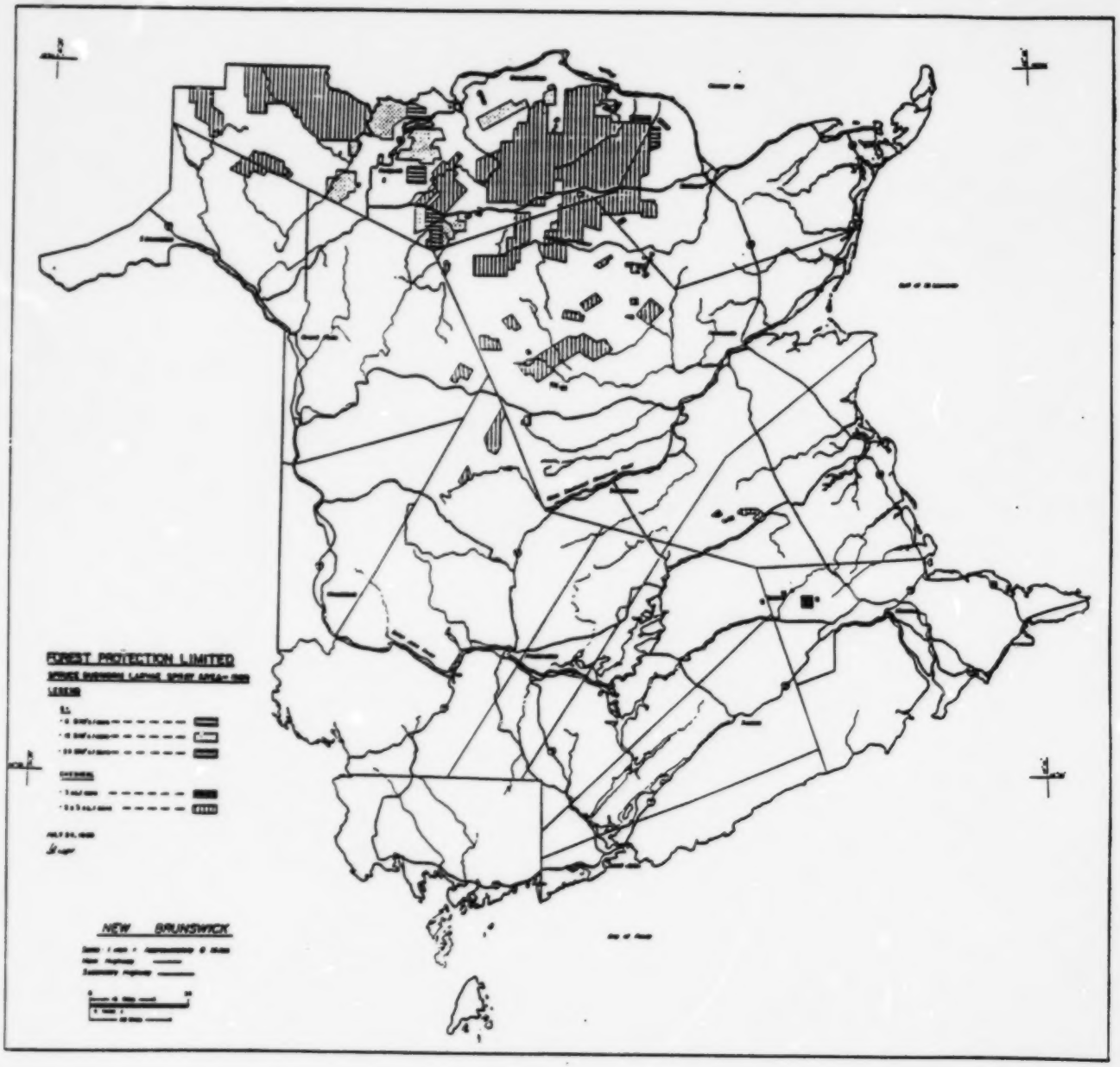


Figure 1. Areas sprayed by FPL for spruce budworm control in New Brunswick in 1989. (Does not include J.D. Irving Ltd. program).

1.4 Spray Costs

Table 2 provides spray costs for all treatments from 1984 to 1988 and estimated costs for 1989. Costs of aerial surveys of defoliation, the L2 forecast survey, and FPL overhead, including research and development, are not included. Final costs for 1989 are not available for inclusion in this report.

Table 2. Operational spray costs in New Brunswick from 1984 to 1988 and estimates for 1989. (Not adjusted for inflation).

Treatment	Cost ($/ha)					
	1984	1985	1986	1987	1988	1989[a]
TBM chemical	6.80	7.23	9.19	7.07	10.92	11.79[b]
TBM B.t.	11.79	14.12	-	12.22	12.55[b]	14.95
SSP chemical	11.52	11.82	11.50	16.42	16.46	17.91
SSP B.t.	16.38	18.71	16.60	21.54	20.83	21.62

a = estimated cost, b = includes DC-6.

2. SURVEYS AND ASSESSMENTS

Various surveys were used to time spray applications and assess results of each treatment. Methods were similar to those used in previous spray programs against spruce budworm in New Brunswick.

2.1 Biological Criteria for Timing Spray Applications

Biological criteria used to time spray applications in 1989 were like those used in previous years. Spray blocks were assessed from both the air and the ground before they were deemed ready for treatment. Areas to be treated with Fenitrothion were considered ready when samples of balsam fir met the following criteria:

- majority of budworm in third instar; all budworm larvae feeding in the shoots or flowers; and the shoots in Class 3 and 4 (i.e. needles exposed on new shoots, or buds starting to flare) (Dorais and Kettela, 1982).

and in blocks having a significant composition of red-black spruce, when samples of spruce met the following criteria:

- majority of budworm in 3rd instar, all larvae migrated from mines in old needles and silking outside buds, or beginning to tunnel into them.

Areas to be treated with B.t. were considered ready for treatment when balsam fir samples met the following criteria:

- majority of budworm in or beyond third instar; budworm larvae feeding in the shoots or flowers; and the shoots in Class 4 and 5 (i.e. majority of shoots starting to flare, or fully flushed) (Dorais and Kettela, 1982).

A total of 1382 development samples at 257 block-specific locations were used to time spray applications.

Concurrent with ground observations on insect and shoot development throughout the blocks, a trained observer periodically made low-level aerial reconnaissance flights to observe the progression of shoot flushing on balsam fir and other tree species over the area. Results of aerial and ground observations were integrated to determine which blocks were ready for treatment.

2.2 Pre-spray Population Checks

To compare results of the large-scale use of B.t. and fenitrothion, surveys of pre-spray larval population densities were conducted in transects distributed throughout both treatments and in check areas. Each transect consisted of various numbers of plots with 5 trees/plot. This survey detected low pre-spray larval populations in a number of small blocks resulting in the cancellation of 1665 ha of proposed spraying.

2.3 Post-spray Checks

Sampling continued after spraying had commenced to monitor larval activity and progress of defoliation as well as rate of pupation. This information was used to decide (a) whether the second spray application was needed, or (b) whether treatment should be discontinued because of advanced larval development and feeding damage. In addition, information on pupation and cessation of feeding was used to determine when to commence the aerial survey of defoliation. Sampling after the first spray resulted in the decision to cancel the second application of chemical insecticide to 5232 ha of small spray blocks due to the low numbers of larvae detected.

2.4 Trial Evaluation of Dose Acquisition Technique

In six B.t. treatment blocks a special survey was done this year to test a technique that might be used to determine whether enough feeding larvae had ingested a lethal dose of B.t. such that a second application need not be applied. Two days after spraying, branches (total = 350) were collected and delivered to a temporary laboratory where: 48-hr larval mortality was tallied; all living larvae were removed, placed on artificial diet, and put in rearing chambers at 28°C for 2 days, after which time they were examined for survivorship. This was compared to the standard operational method of counts of living larvae made directly in the field 4-5 days after spraying, using the same trees.

2.5 Defoliation Surveys

Estimates of percent defoliation (Fettes, 1950) were made on mid-crown branch samples after pupation was completed. Foliage protection in treatment areas was within objective limits if 60% or more of the current year's needles on balsam fir, and 50% or more of the current year's needles on red-black spruce were retained. Pre-spray larval counts in check plots were used to determine curves of expected defoliation. Observed branch defoliation in spray blocks was used to compare efficacy between treatments. Frost damage was not a problem in the plots which were selected for assessment.

The extent and severity of defoliation throughout the Province was surveyed from the air after the spray program was terminated and larval feeding was finished. BLOCK-SPECIFIC SURVEYS WERE NOT CONDUCTED to map defoliation in sprayed areas thereby removing observer bias.

2.6 L2 Survey

Since 1985, the overwintering larval or L2 survey has been adopted as the method of forecasting the distribution and intensity of budworm infestation for the ensuing year. Supplementary samples are collected throughout the winter months to assist in planning the protection program.

3. OVERVIEW OF BUDWORM DAMAGE IN 1989

3.1 Aerial Survey of Defoliation[a]

The aerial survey of defoliation provided an overview of the distribution and intensity of budworm feeding throughout the Province. Following preliminary aerial reconnaisance flights, the aerial survey commenced on July 3rd and was completed on July 7th. During this 5-day period, only 1 day was not utilized because visibility was too hazy. Supplementary reconnaissance flights on several more days failed to detect new areas of defoliation.

The aerial survey recorded 67 000 ha of light, 129 000 ha of moderate, and 267 000 ha of severe defoliation. The combined area of moderate and severe defoliation was 20 percent less than last year, and 80 percent less than six years ago (Table 3). Defoliation was mainly concentrated in the north and

Table 3. Areas defoliated by spruce budworm in New Brunswick from 1975-1989.

	DEFOLIATION CATEGORY (000 ha)		
Year*	Light	Moderate & Severe	Total
1975	820	3 567	4 387
1976	192	404	596
1977	123	481	604
1978	141	669	810
1979	105	1 320	1 425
1980	176	673	849
1981	135	1 221	1 356
1982	185	1 202	1 387
1983	301	2 028	2 329
1984	**	730	730
1985	**	1 071	1 071
1986	160	927	1 087
1987	88	430	518
1988	43	500	543
1989	67	396	463

* Data from 1975 to 1983 from Kettela (1983).
** Light defoliation not recorded.

a. The aerial survey is a joint effort of the Department of Natural Resources and Energy, and Forestry Canada.

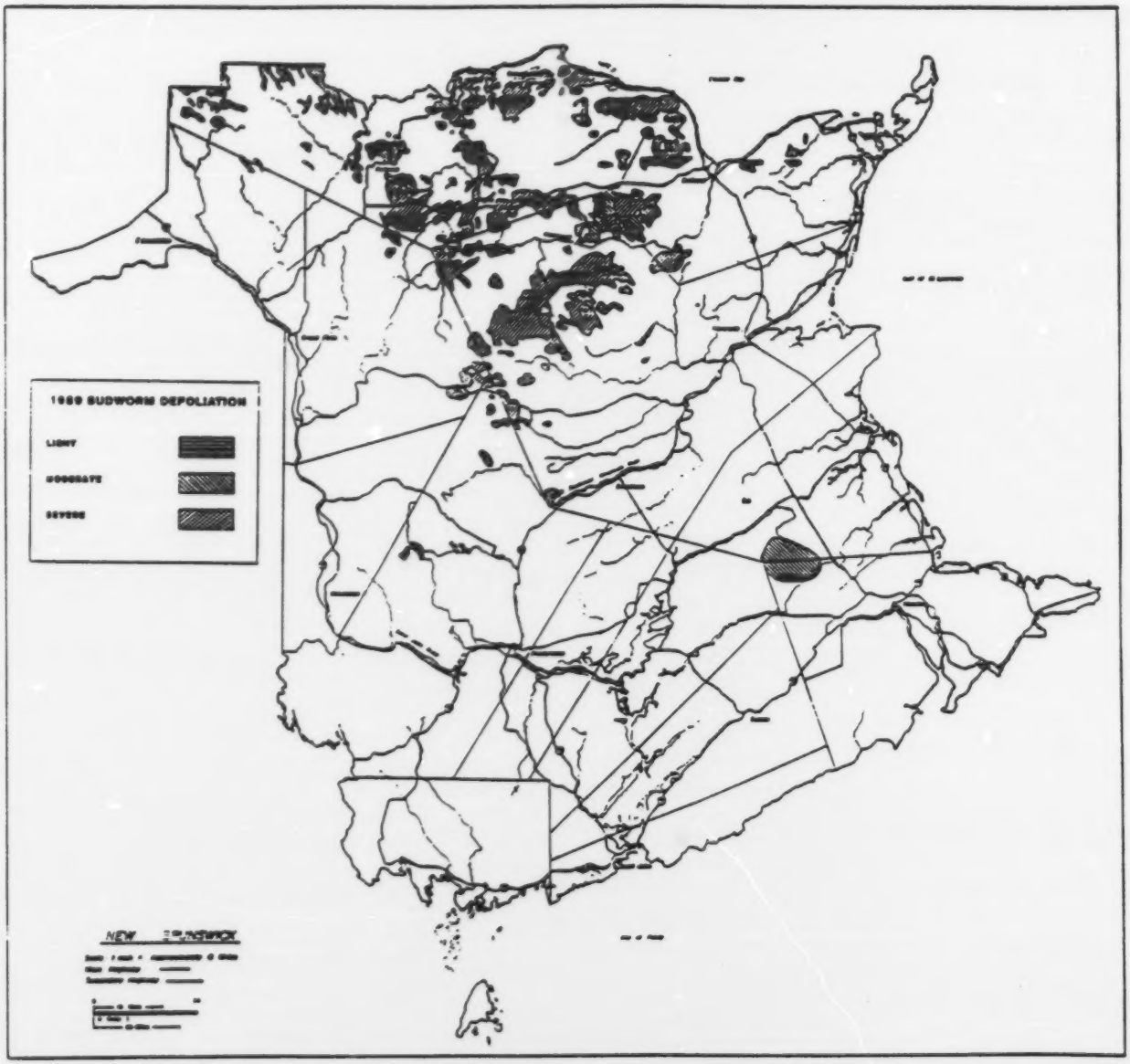


Figure 2. Areas of light, moderate and severe defoliation caused by spruce budworm in New Brunswick in 1989.

central areas, with southern, western and eastern parts of the Province largely undamaged (Figure 2).

4. EFFECTIVENESS OF SPRAY OPERATIONS

4.1 Efficacy of Treatments

The annual objective of the protection program in New Brunswick is to retain 60% or more of the current year's needles on balsam fir, and 50% or more on red-black spruce. Nevertheless, when pre-spray populations are very high or extreme, a spray program might still be considered successful even when foliage protection is less than the objective - for example a complement of vegetative buds is retained for the following year. Several factors influence efficacy data collected by ground or aerial surveys (Kettela, 1982; Carter and Lavigne, 1985).

- Aerial Assessment

The aerial survey revealed that 16.4% of the total area treated by Fenitrothion and 17.6% of the total area treated with B.t. had moderate and severe defoliation (Table 4). For the 13-year period from 1977 to 1989 the average proportion of treated area having moderate and severe defoliation is 16% (range 6-38%). Prior to 1985, 95-100% of the areas were sprayed with chemical insecticides, whereas the 1988 program was 47% B.t. - the year with the highest amount of moderate and severe defoliation within sprayed areas (Carter, 1988).

Table 4. Area of moderate and severe defoliation (based on aerial defoliation survey) within areas treated with fenitrothion or B.t. in New Brunswick in 1989.

Treatment	Area (ha) Sprayed	Area (ha) Defoliated	% of Spray Area Defoliated
FENITROTHION	472 000	77 487	16.4
B.t.	104 900	18 430	17.6
TOTALS	576 900	95 917	16.6

- Ground Assessment

In 1989, average spring populations of spruce budworm larvae were lower (Figure 3) and the intensity of feeding damage was less than in 1988 (Figure 4). Mean pre-spray populations in B.t. areas were 1.8 times lower than in Fenitrothion areas (e.g. mean B.t. = 9.4 larvae/branch and 0.104 larvae/bud vs. mean Fenitrothion = 16.2 larvae/branch and 0.186 larvae/bud). Because larval populations were lower this year, it was possible to delay spraying for a few days without risking the early loss of foliage. As a result, shoot elongation and larval development were more advanced this year at the time the blocks were deemed ready for treatment.

Weather conditions, monitored at 8 stations throughout the northern region, confirmed warmer temperatures during this year's spray season due primarily to higher minimum temperatures. Total rainfall was greater during this year's spray period, but rain did not occur on as many consecutive days as last year.

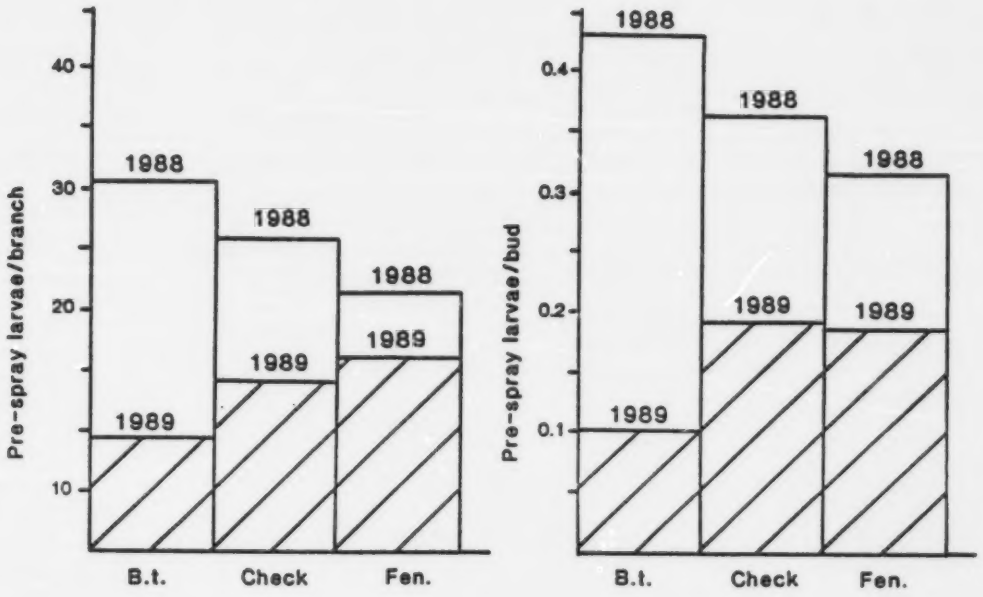


Figure 3. Mean pre-spray larval densities (larvae/branch or larvae/bud) in check plots, combined Fenitrothion, and combined B.t. treatment plots in 1988 and 1989.

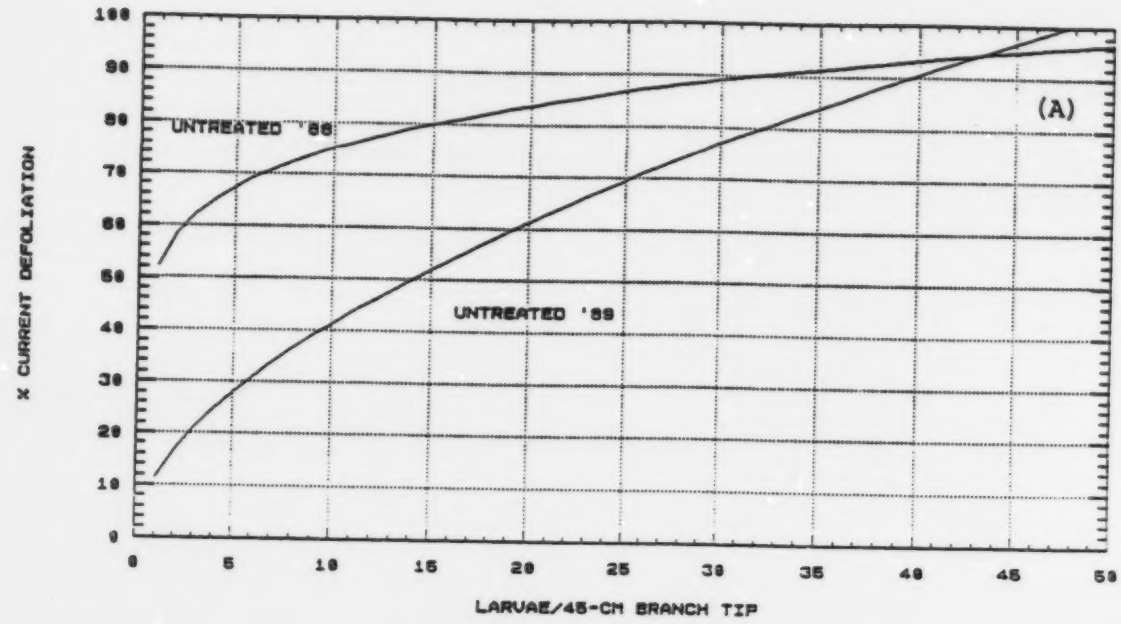
As usual, results varied between sample locations (Table 5). Nevertheless, when B.t. data were pooled and compared to the pooled Fenitrothion data there were no apparent differences in the overall levels of protection afforded (Figure 5). Caution is urged in using these relationships because of the limited range of populations encountered, especially in B.t. plots. From the total data (Table 5) it was calculated that:

(a) mean current defoliation on balsam fir branch samples was 21% in fenitrothion plots compared to 13% in B.t. plots.

(b) mean percent reduction in expected balsam fir branch defoliation was 63% in fenitrothion plots compared to 69% in B.t. plots, and

(c) although not a measure of foliage protection efficacy, average larval mortality due to fenitrothion was 81% compared to 85% for B.t.

Comparisions between individual treatments with B.t. were restricted to low and moderate population ranges because of insufficient data in the high and extreme ranges (generally 0-7 observations). The SSP 2 x 15 BIU/ha treatment gave the best B.t. results followed by the TBM 1 x 30 BIU/ha (Figures 6 and 7). For populations in the low range, the SSP 1 x 15 BIU/ha treatment looked positive but the few observations



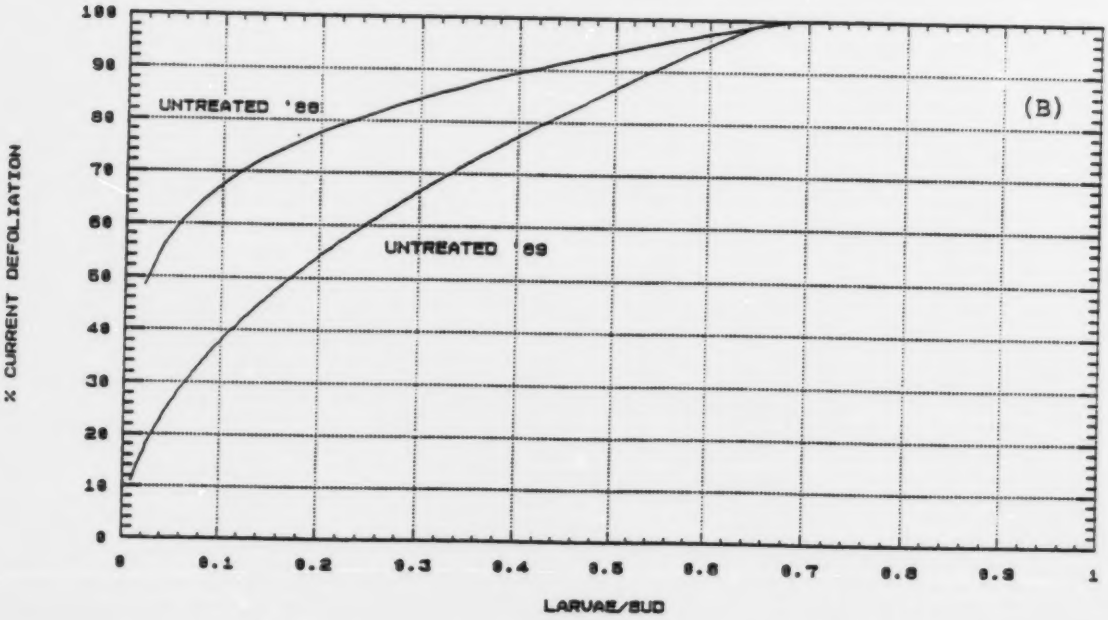


Figure 4. Comparison of relationships between expected defoliation and larvae/branch (A) or larvae/bud (B) from untreated check plots in 1988 and 1989.

Table 5. Mean larval numbers, larval mortality, and tree defoliation on balsam fir in fenitrothion, B.t., and check plots in 1989 in New Brunswick.

Block	Lines	Aircraft	n	Pre-Spray Larvae /45-cm	Pre-Spray Larvae /Bud	% Mortality Obs.	% Mortality Corr.[a]	Defoliation Exp.%	Defoliation Obs.%	Defoliation % Red[b]
Kedgwick										
Fenitrothion - 2 X 210 g/ha										
A-1	3-28	TBM	50	15.9	0.125	89.0	66.0	40.2	18.7	67.2
A-3 (A)	3-20	TBM	50	10.8	0.152	97.7	91.5	43.1	15.9	68.1
A-3 (B)	24-80	TBM	75	18.6	0.306	96.4	85.7	60.7	30.4	57.8
A-4	50-110	TBM	75	16.0	0.184	98.4	90.7	48.7	16.0	71.9
A-9	4-30	TBM	75(92)[c]	17.8	(0.185)	95.6	84.7	(48.2)	(12.6)	(76.0)
A-19	21-54	TBM	30	7.6	0.107	82.2	60.4	36.1	9.8	79.6
Bacillus thuringiensis - 1 X 15 BIU/ha										
A-6 (B)	156-168	SSP	50	7.1	0.074	94.9	81.9	29.6	9.6	72.8
A-10	0-17	SSP	50	9.8	0.084	94.4	87.7	32.3	18.0	64.9
Bacillus thuringiensis - 2 X 15 BIU/ha										
A-7	14-24	SSP	50	6.0	0.068	97.6	91.2	28.4	2.9	86.0
A-6 (A)	121-149	SSP	50	7.3	0.099	92.6	78.7	35.6	5.2	81.6
A-11(B)	2-10	SSP	50	9.8	0.082	100.0	100.0	31.6	10.2	69.0
Bacillus thuringiensis - 1 X 30 BIU/ha										
A-11 (A)	19-27	TBM	50	6.5	0.069	99.6	92.7	28.7	7.0	80.8
Bacillus thuringiensis - 2 X 30 BIU/ha										
A-8	36-47	TBM	50 (70)	17.6	(0.208)	91.3	79.1	(53.3)	(29.9)	(48.4)
Untreated										
C-502	-	-	50	6.8	0.073	82.5	-	-	19.8	-
C-104 (C)	-	-	50	10.1	0.185	73.1	-	-	48.1	-
C-508 (D)	-	-	48	24.2	0.380	80.3	-	-	87.9	-
C-105 (E)	-	-	50	12.3	0.156	83.6	-	-	25.4	-
Campbellton										
Fenitrothion - 2 X 210 g/ha										
D1 (A)	0-35	DC6	75	14.8	0.174	89.7	74.4	48.7	24.8	55.3
D1 (B)	50-102	DC6	75	12.1	0.118	99.2	95.6	39.6	7.1	79.4
D1 (C)	44-64	DC6	50	10.7	0.155	94.6	83.3	41.1	14.8	69.2
D1 (D)	85-120	DC6	50	21.4	0.264	95.4	78.3	59.1	19.2	66.2

a = Corrected Mortality (Abbott, 1925) based on curve of % natural mortality vs. larvae/45-cm branch tip.

b = % Reduction = ((Exp. Def. - Obs. Def.)/(Exp. Def.)) x 100%

c = Extra samples with larvae/bud and defoliation data.

Table 5. Con't.

Block	Lines	Aircraft	n	Pre-Spray Larvae /45-cm	Pre-Spray Larvae /Bud	% Mortality Obs.	% Mortality Corr.[a]	Defoliation Exp.%	Defoliation Obs.%	Defoliation % Red[b]
Bacillus thuringiensis - 1 X 30 BIU/ha										
A-12	0-11	TBM	50	10.9	0.105	80.5	51.0	36.0	14.9	57.8
Untreated										
C-101 (A)	-	-	50	7.1	0.087	74.2	-	-	25.9	-
Bathurst										
Fenitrothion - 2 X 210 g/ha										
D1 (A)	151-159	DC6	20	33.9	0.372	87.1	41.6	69.6	76.2	13.7
D1 (B)	94-150	DC6	50	23.9	0.223	98.5	89.3	55.0	34.9	44.5
D1 (C)	135-149	DC6	20	23.0	0.231	82.5	51.7	55.3	48.7	22.9
A-16	158-164	TBM	15	11.0	0.114	95.7	82.6	37.7	45.8	22.4
Untreated										
C-17	-	-	15	39.3	0.507	83.7	-	-	99.3	-
C-102	-	-	50	12.1	0.200	56.5	-	-	57.9	-
Newcastle										
Fenitrothion - 2 X 210 g/ha										
A-21	0-15	TBM	25	4.8	0.070	98.9	84.7	27.8	2.3	88.6
A-24	3-22	TBM	15	22.4	0.130	92.4	45.2	37.6	34.1	45.9
Untreated										
C-220	-	-	25	26.0	0.167	68.2	-	-	54.2	-
C-221	-	-	25	9.6	0.103	69.6	-	-	23.2	-
Fredericton										
Fenitrothion - 2 X 210 g/ha										
A-25	6-15	TBM	30	19.8	0.198	89.3	56.6	51.7	23.9	52.9
Untreated										
C-225	-	-	30	16.5	0.177	68.2	-	-	54.5	-

a = Corrected Mortality (Abbott, 1925) based on curve of % natural mortality vs. larvae/45-cm branch tip.

b = % Reduction = ((Exp. Def. - Obs. Def.)/(Exp. Def.)) x 100%

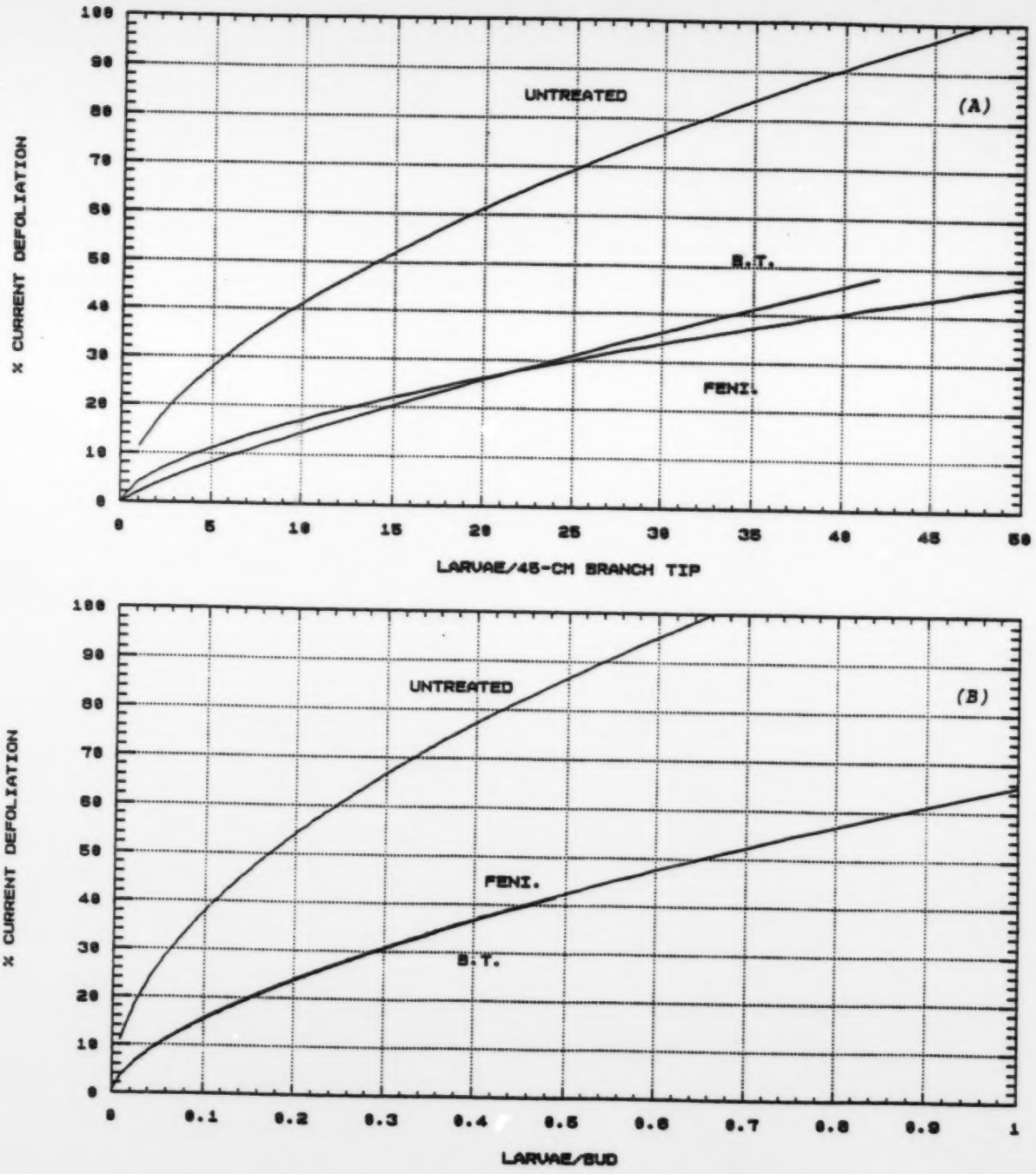


Figure 5. Relationships between defoliation and larvae/branch (A) or larvae/bud (B) from pooled Fenitrothion, pooled B.t., and untreated plots in 1989.

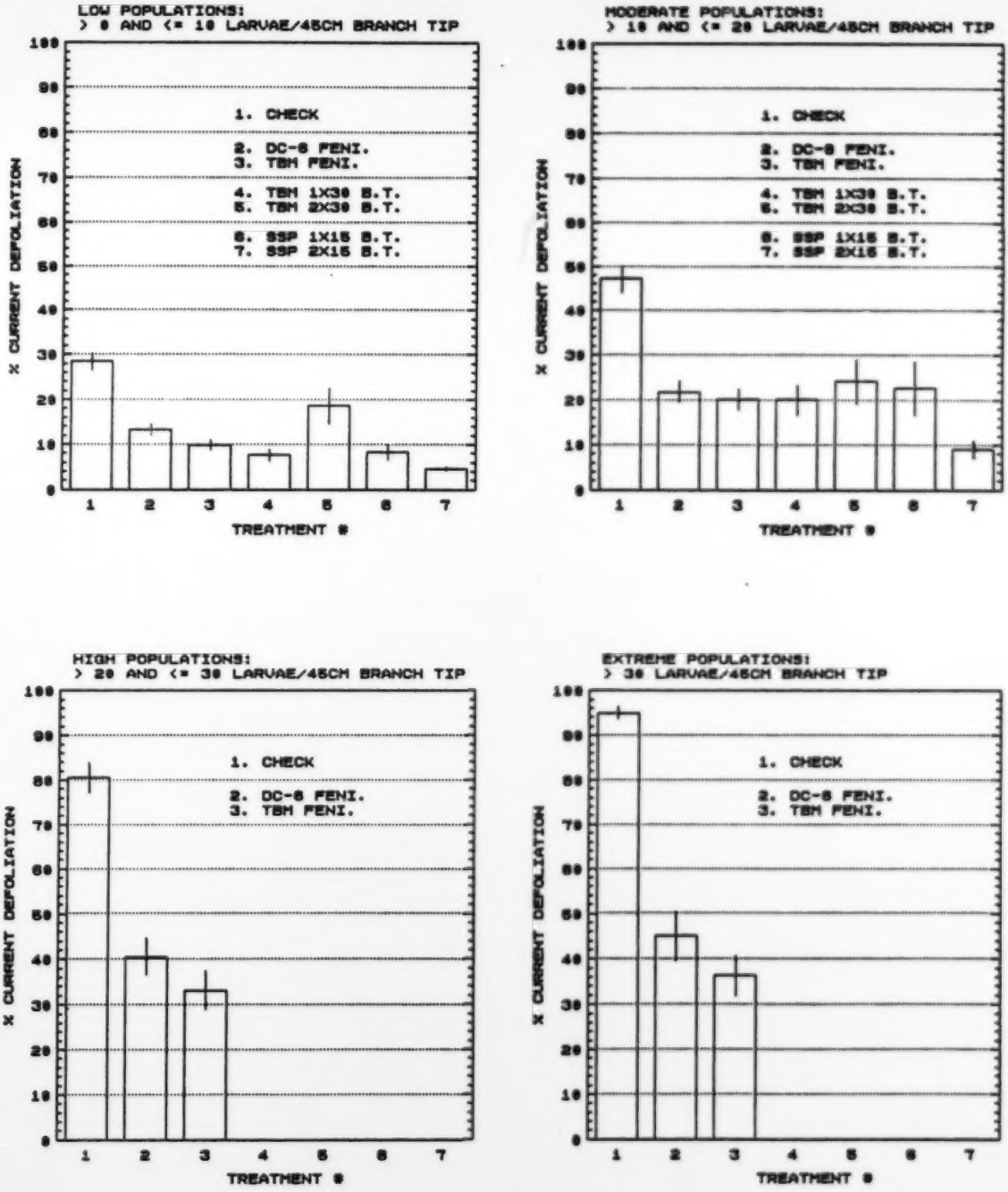


Figure 6. Mean percent defoliation (and standard error) for each treatment in various larvae/branch population ranges in 1989.

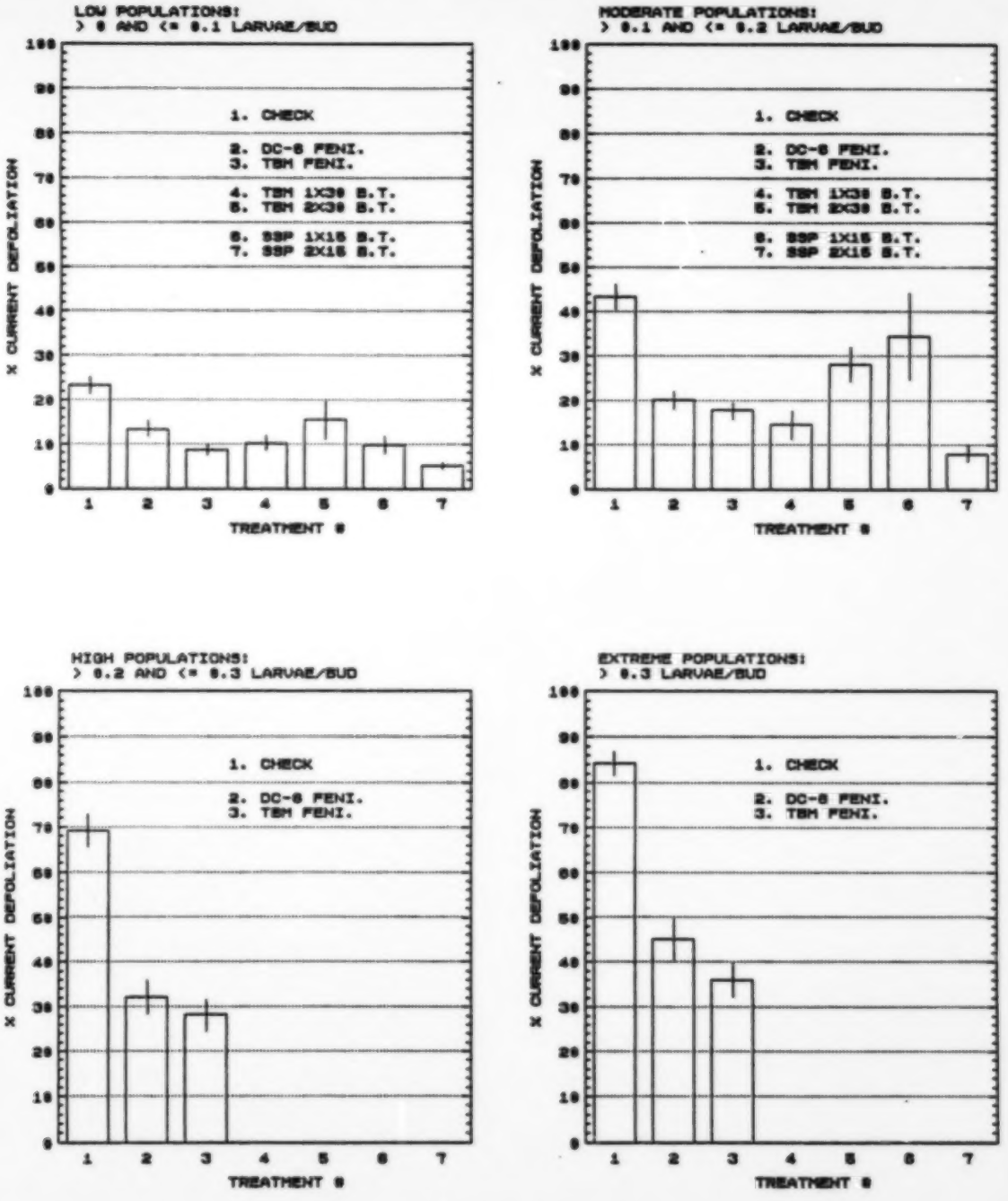


Figure 7. Mean percent defoliation (and standard error) for each treatment in various larvae/bud population ranges in 1989.

available in the high range suggested inadequate protection. Ironically the TBM 2 x 30 BIU/ha did not provide as good protection as other B.t. rates. It is speculated that a combination of: higher populations; later application (approximately 10 days delay due to operational queuing) resulting in advanced larval development (larval index 5.5-5.8); or possibly insufficient deposit (not measured) due to problems experienced during application, account for this.

In Fenitrothion plots treated by TBMs, mean defoliation was generally lower than in DC-6 plots across the population ranges examined (Figures 6 and 7).

Overall, Fenitrothion results this year were on par with traditional expectations. For B.t., results in 1989 were a qualified success contrasting the qualified failure of 1988. In other words, this year's operation was successful, but did not yield sufficient data on which to evaluate the performance of B.t. under high population conditions. Present thinking suggests that in 1989, larval populations, shoot development, weather and spray technology were more conducive to successful B.t. use than 1988. Meanwhile future investigations are needed on 2 x 15 BIU/ha of B.t. under high population conditions.

4.2 Evaluation of Dose Acquisition Technique

For the dose acquisition technique to be worthwhile, it must be better than, or have an advantage over, a direct field assessment technique. The objective is to assess whether the first application of B.t. is adequate and could the second be cancelled. It is therefore the number of living and feeding insects surviving the first spray which is critical. The normal criteria for cancelling the second spray application is if only a few larvae (i.e. 0-2/branch) are consistently found in all the branches sampled after the first application.

From the samples that were processed it was determined that survivorship at 48-hr after the first B.t. spray averaged 70% (range 58-83%). After another 48-hr on diet, it averaged 52% (range 43-67%) (Table 6). In other words, only about half the larvae had ingested a lethal dose of B.t. within 48-hr after the first spray in these samples. If this is typical, then a re-spray option might be expected whenever pre-spray populations exceed 5-10 larvae per branch.

Table 6. Summary of larval survivorship 48-hr* after spray and another 48-hr** later after rearing on diet at 28°C.

Sample Location	Post-spray Survivorship (%)	
	48-hr*	48-hr**
Block 7	58	43
Block 8	68	48
Block 10	83	67
Block 12	79	53
Block 6B	62	47
Block 11A	70	53
Average	70	52

It was concluded that this technique provided no superior advantages to direct field assessments to warrant its adoption for operational programs. The technique might have more merit in research trials.

5. INFESTATION FORECAST FOR 1990

The spruce budworm egg mass survey was replaced by the L2 survey in 1985 as the method of forecasting infestation levels in New Brunswick. The proportion of sample points within each infestation category used in the initial forecasts has varied annually from 1981 to 1989 (Table 7). Between 1982 and 1986 there was an increasing trend in the percent of points in the Low category with a corresponding decreasing trend for the High category. In 1987, there was a three-fold increase in the proportion of points in the High category in the North-central to North-western parts of the Province, primarily Restigouche County. Most of Restigouche County now contains variable (low to moderate) populations, whereas moderate to high populations occur in the northwestern part of Northumberland County and adjacent western part of Gloucester County. Except for one large area of variable populations in the west-central area, and one moderate to high pocket northwest of Moncton no significant damage is expected throughout the majority (80%) of the Province.

Table 7. Comparison of spruce budworm forecast infestation levels 1981-1989.

YEAR/SURVEY	FORECAST INFESTATION LEVEL			LOCATIONS[a]
	LOW	MODERATE	HIGH	
1981/egg-mass	591 (34%)	441 (25%)	708 (41%)	1740
1982/egg-mass	458 (26%)	512 (29%)	783 (45%)	1753
1983/egg-mass	636 (48%)	257 (20%)	423 (32%)	1316
1984/egg-mass	747 (51%)	331 (22%)	398 (27%)	1476
1985/L2	833 (56%)	503 (32%)	185 (12%)	1521
1986/L2	1216 (77%)	322 (20%)	48 (3%)	1586
1987/L2	1198 (76%)	230 (15%)	144 (9%)	1572
1988/L2	879 (73%)	226 (19%)	99 (8%)	1204[b]
1989/L2	1102 (82%)	180 (13%)	67 (5%)	1349[b]

a - Supplementary sampling not included.
b - Fewer samples taken because of collapse in southern part of province.

The forecast for 1990 is for 1.47 million ha (Figure 8) of variable (low to moderate) and moderate to high infestation, which is a minor decrease (10%) from last year's forecast (Table 8). Of most significance is the 65% decrease in the area with moderate to high population levels compared to last year (i.e. 0.5 million ha compared to 1.5 million ha). On the other hand, it is also significant that population conditions in the moderate to high forecast are similar to those witnessed in the 1987 forecast in Restigouche County when L2 counts in the 20+ larvae/branch were common and led to intensive feeding damage in 1988 (Carter, 1988).

Table 8. Comparison of forecast area (ha) of Moderate and High infestations 1982-1989, including Variable (low-moderate) infestations in 1988 and 1989.

YEAR (N)	(N + 1) FORECAST
1982	5.30 million ha
1983	4.10 million ha
1984	3.57 million ha
1985	3.15 million ha
1986	1.71 million ha
1987	1.50 million ha
1988	1.65 million ha
1989	1.47 million ha

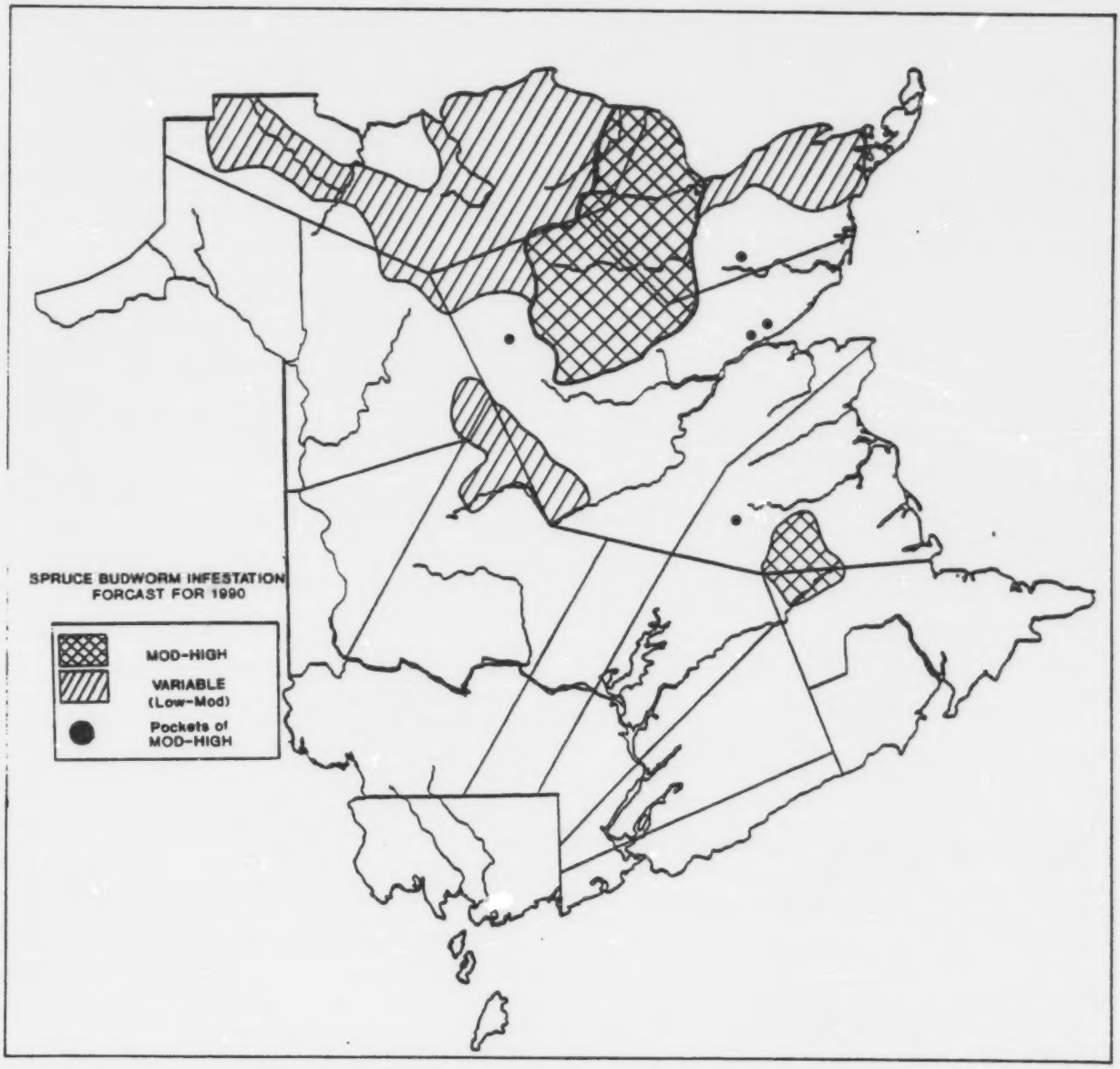


Figure 8. Areas forecast to have variable (low to moderate), and moderate to high spruce budworm populations in New Brunswick in 1990.

6. CONCLUSIONS

6.1 Spray Operations

1. Spray operations for 1989 with chemical and biological insecticides were completed within the conventional time period for larval spraying.

2. No areas were left untreated due to weather delays.

6.2 Effectiveness of Program

1. Based on assessments of current defoliation on branch samples, both fenitrothion and B.t. provided acceptable results.

2. Results from the aerial survey of defoliation revealed 396 000 ha of combined moderate and severe defoliation of which 16.6% fell within sprayed areas; i.e. 16.4% of the fenitrothion area, and 17.6% of the B.t. area. Of the Provincial moderate and severe defoliation 83.4% occurred outside treatment areas, but primarily within areas forecasted to be defoliated.

3. In fenitrothion plots, mean current defoliation on balsam fir branch samples was 21% compared to 13% in B.t. plots, but mean pre-spray populations were 1.8 times lower in B.t. areas.

4. In fenitrothion plots, mean percent reduction in expected balsam fir branch defoliation was 63% compared to 69% in B.t. plots.

5. Although not a measure of foliage protection efficacy, average larval mortality due to fenitrothion was 81% compared to 85% for B.t.

6. Fenitrothion results were on par with traditional expectations across all population ranges encountered.

7. Conclusions with B.t. in the high and extreme population ranges were not possible because populations were only low and moderate.

8. For low and moderate populations, SSP 2 x 15 BIU/ha gave the best results, followed by TBM 1 x 30 BIU/ha.

9. The SSP 1 x 15 BIU/ha appeared promising in low populations but inadequate at higher populations (based on few observations).

10. The TBM 2 x 30 BIU/ha provided adequate, but anomalously lower protection levels than anticipated due to extenuating circumstances.

6.3 Forecast

1. Based on the L2 survey, a 10% decrease in the total area of infestation is forecast for 1990. The area forecast to have variable (low to moderate), and moderate to high budworm populations is 1.47 million ha. The forecast area covers about 20% of the total area of the Province.

2. A continued decrease in population intensity within the infestation was detected by a decrease in mean L2 count for points sampled in Restigouche County this year.

3. No significant damage is expected in 1990 in the southern half of the Province or throughout most of the western and eastern areas.

REFERENCES

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Ent. 18:265-267.

Carter, N. E. and D. R. Lavigne. 1985. Protection spraying against spruce budworm in New Brunswick 1984. Dept. of Natural Resources, P.O. Box 6000, Fredericton, N.B.

Carter, N. E. 1988. Protection spraying against spruce budworm in New Brunswick 1988. Dept. of Natural Resources, P.O. Box 6000, Fredericton, N.B.

Dorais, L. and E. G. Kettela. 1982. A review of entomological survey and assessment techniques used in regional spruce budworm, Choristoneura fumiferana (Clem.), surveys and in the assessment of operational spray programs. Report of the Committee of Standardization of Survey and Assessment Techniques, Eastern Spruce Budworm Council.

Fettes, J. J. 1950. Investigations of sampling techniques for population studies of the spruce budworm on balsam fir in Ontario. Forest Insect Lab, Sault Ste. Marie, Ont., Ann. Tech. Rept.

Irving, H. J. 1989. Forest Protection Limited 1988 Program Report. FPL, Comp. 5, Site 24, RR #1, Fredericton, N.B.

Kettela, E. G. 1982. 1982 results of aerial surveys for current spruce budworm defoliation in New Brunswick and a review of the methodology. Env. Can., Can. For. Serv., M.F.R.C., Tech. Note 66.

Kettela, E. G. 1983. Status of Spruce Budworm infestations in New Brunswick in 1983 and a forecast of conditions for 1984. Env. Can., Can. For. Serv., M.F.R.C., Tech. Note 100.

PROGRAMME

DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES

CONTRE

LA TORDEUSE DU BOURGEON

DE L'ÉPINETTE AU

NOUVEAU-BRUNSWICK

1989

Natural Resources and Energy
Ressources naturelles et Énergie

Doc. n° 7000J

PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK

1989

Nelson E. Carter
Direction de la gestion des matières ligneuses
Section de la gestion des parasites de la forêt
Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie
Fredericton, Nouveau-Brunswick

1990

L'honorable Morris V. Green
Ministre

Bryan Walker
Sous-ministre

RÉSUMÉ

En 1989, Forest Protection Limited (FPL) a effectué au Nouveau-Brunswick l'épandage d'insecticides par voie aérienne sur une superficie de 576 900 hectares de terres forestières infestées par la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Choristoneura fumiferana (Clem.)). La superficie ainsi traitée est de 28,6 pour cent supérieure aux 448 500 hectares traités en 1988. En outre, J.D. Irving Limited a traité environ 34 000 hectares de ses terres en tenure libre comparativement à 98 000 hectares en 1988.

De la superficie totale traitée par FPL, 80,9 pour cent ont reçu deux applications de Fénitrothion (Sumithion) et 0,9 pour cent, une seule application. Environ 18,2 pour cent de la superficie ont reçu une (7 pour cent) ou deux (11,2 pour cent) applications de l'insecticide bactériologique Bacillus thuringiensis var. Kurstaki (B.t.) sous la forme de deux produits, soit Futura XLV et Dipel 176.

Les appareils utilisés pour l'épandage comprenaient 12 TBM, 2 quadrimoteurs DC-6 et 11 petits appareils épandeurs (PAÉ) monomoteurs du même type que ceux utilisés pour l'agriculture. Les TBM ont couvert environ 47,6 pour cent de la superficie totale (Fénitrothion et B.t.) et les DC-6, 39,2 pour cent (Fénitrothion seulement). La pulvérisation sur le reste de la superficie a été effectuée avec les PAÉ. Des 18,2 pour cent de la superficie totale traitée au B.t., le tiers a été traité à l'aide de TBM et les deux tiers, à l'aide de PAÉ.

Ce programme avait pour but de limiter la défeuillaison provoquée par la tordeuse et de faire en sorte que le sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.) et l'épinette rouge/noire (Picea rubens Sarg.-P. mariana (Mill.) B.S.P.) conservent respectivement 60 et 50 pour cent ou plus de leurs aiguilles de l'année.

Les données globales montrent des résultats qui correspondent à peu près aux attentes, c'est-à-dire que pour le Fénitrothion et le B.t. respectivement, l'élimination de la tordeuse a atteint en moyenne 81 et 85 pour cent, la défeuillaison moyenne des branches, 21 et 13 pour cent et la réduction du taux de défeuillaison de 63 et 69 pour cent. Les résultats supérieurs obtenus avec le B.t. s'expliquent en partie par le fait que les populations moyennes de tordeuses avant traitement dans les zones traitées au B.t. étaient environ 1,8 fois inférieures à celles des populations des zones traitées au Fénitrothion.

On a comparé les deux types de traitements, mais dans le cas du B.t., on a restreint les comparaisons aux populations faibles et modérées. Dans ces cas, les traitements répondant à la formule PAÉ 2 x 15 BIU/ha B.t. ont semblé être les meilleurs alors que les traitements TBM et DC-6 2 x 210 g/ha Fénitrothion et le traitement TBM 1 x 30 BIU/ha ont produit des résultats habituellement semblables. Les résultats sur les populations faibles de la formule PAÉ 1 x 15 BIU/ha ont semblé encourageants, mais moins que pour les populations élevées. Ironiquement, le traitement TBM 2 x 30 BIU/ha n'a pas donné de meilleurs résultats, en raison de circonstances atténuantes. Sur les populations élevées ou extrêmes, les applications de Fénitrothion à l'aide de TBM et de DC-6 ont assuré une protection acceptable.

Le relevé aérien de la défeuillaison a permis de déceler une défeuillaison légère, modérée et grave couvrant respectivement environ 67 000, 129 000 et 267 000 hectares. Environ 84 pour cent de la défeuillaison modérée et grave dans la province s'est produite à l'extérieur des superficies traitées. Seulement 16,4 pour cent de la zone traitée au Fénitrothion et 17,6 de celle traitée au B.t. connaissent une défeuillaison modérée et grave. Ces valeurs sont semblables à la moyenne des 13 dernières années qui s'établit à 16 pour cent (et qui a varié entre 6 et 38 pour cent).

On croit que les niveaux de population, le climat, le développement des larves et des pousses, ainsi que la technologie de pulvérisation ont contribué au succès du B.t. cette année. On ne sait pas si des résultats semblables auraient été obtenus avec ce produit sur des populations élevées ou extrêmes.

Les résultats du relevé L2 indiquent une réduction de 10 pour cent seulement de l'ampleur de l'infestation, mais une baisse significative de son intensité. On prévoit pour 1990, l'infestation d'une étendue de 1,47 million d'hectares de terres forestières par des populations variables (de faibles à modérées) et de modérées à élevées de tordeuses, principalement dans les régions du nord de la province, bien que d'importantes concentrations soient également prévues ailleurs. On ne prévoit aucun dommage important dans le sud de la province, ni dans la plupart des régions de l'ouest et de l'est, ce qui confirme la tendance à la baisse observée au cours des dernières années dans ces régions.

REMERCIEMENTS

L'administration et l'évaluation d'un programme de pulvérisations à grande échelle nécessitent des connaissances spécialisées, ainsi qu'un sens du dévouement et une grande fierté pour le travail accompli. Les données et les renseignements qui apparaissent dans le présent rapport sont le fruit des efforts concertés des personnes suivantes qui travaillent au MRNE : M. Lester Hartling, M. Dan Lavigne, M. Wilf Patterson, Mme Janet Proude, M. Danny O'Shea, M. Ross Farquhar, M. Robert MacGregor, M. Peter MacNutt, M. Greg Simpson et M. Carroll Cameron. Leur travail consciencieux allié à la contribution de la main-d'oeuvre estivale nombreuse ont été grandement apprécié.

L'idée et le protocole de la technique de calcul des doses provient du Dr K. van Frankenhuyzen de Foresterie Canada - Institut de la gestion des parasites de la forêt. Les échantillons de feuillage destinés à l'étude ont été traités par la main-d'oeuvre estivale dans un laboratoire temporaire, sous la direction de M. E.G. Kettela de Foresterie Canada - Section Maritimes. Nous remercions toutes ces personnes de leur aide.

Des remerciements spéciaux vont à Mmes Janet Lynch et Jalaine MacKay pour la dactylographie des diverses versions du manuscrit.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
RÉSUMÉ		i
	REMERCIEMENTS	iii
	LISTE DES TABLEAUX	v
	LISTE DES FIGURES	vi
INTRODUCTION		
1.	PULVÉRISATIONS	
	1.1 Territoires traités	1
	1.2 Insecticides	1
	1.3 Logistique des opérations	1
	1.4 Coûts	4
2.	RELEVÉS ET ÉVALUATIONS	
	2.1 Critères biologiques de pulvérisation	4
	2.2 Recensements effectués avant traitement	5
	2.3 Recensements effectués après traitement	5
	2.4 Évaluation préliminaire de la technique de calcul des doses	6
	2.5 Relevés de la défeuillaison	6
	2.6 Relevé selon le deuxième âge larvaire (L2)	6
3.	APERÇU DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LA TORDEUSE EN 1989	
	3.1 Relevé aérien de la défeuillaison	7
4.	EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS	
	4.1 Efficacité des traitements	9
	4.2 Évaluation de la technique de calcul des doses	17
5.	PRÉVISIONS EN MATIÈRE D'INFESTATION POUR 1989	18
6.	CONCLUSIONS	
	6.1 Opérations d'arrosage	21
	6.2 Efficacité du programme	21
	6.3 Prévisions	22
BIBLIOGRAPHIE		23

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par Forest Protection Limited en 1989 pendant les opérations de lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (programme de J.D. Irving Ltd. exclu).	2
Tableau 2.	Coûts réels de l'arrosage au Nouveau-Brunswick, entre 1984 et 1988, et estimations pour 1989 (non rajustés pour tenir compte de l'inflation).	4
Tableau 3.	Estimation de la superficie défeuillée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick entre 1975 et 1989.	7
Tableau 4.	Superficie de défeuillaison modérée et grave dans les blocs traités au Fénitrothion ou au B.t. au Nouveau-Brunswick en 1989.	9
Tableau 5.	Nombre moyen de larves, mortalité larvaire et défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoins et les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1989.	12
Tableau 6.	Résumé du taux de survie des larves 48 heures après un premier arrosage, puis 48 heures plus tard, après avoir été nourries artificiellement à 28 °C.	18
Tableau 7.	Fluctuations de l'intensité des infestations au Nouveau-Brunswick entre 1981 et 1989.	19
Tableau 8.	Prévisions relatives aux superficies d'infestations modérées et élevées de 1982 à 1989; comprend les infestations variables (de faibles à modérées) pour 1988 et 1989.	19

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1.	Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1989 dans la lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (programme de J.D. Irving Ltd. exclu).	3
Figure 2.	Zones de défeuillaison légère, modérée et grave attribuable à la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1989.	8
Figure 3.	Densités moyennes combinées des populations larvaires avant traitement (larves par branche ou par bourgeon) dans les blocs témoins et les blocs traités au Fénitrothion et au B.t., en 1988 et 1989.	10
Figure 4.	Comparaison entre les taux de défeuillaison prévus dans les blocs témoins, en 1988 et 1989, en fonction du nombre de larves par branche (A) et par bourgeon (B).	11
Figure 5.	Relations entre la défeuillaison et le nombre de larves par branche (A) ou par bourgeon (B) dans les blocs traités au Fénitrothion et au B.t. ainsi que dans les blocs témoins, en 1989.	14
Figure 6.	Pourcentage moyen de défeuillaison (et écart type) pour chaque traitement, en fonction des populations de larves par branche avant traitement, en 1989.	15
Figure 7.	Pourcentage moyen de défeuillaison (et écart type) pour chaque traitement, en fonction des populations de larves par bourgeon avant traitement, en 1989.	16
Figure 8.	Territoires du Nouveau-Brunswick où l'on prévoit des infestations variables (de faibles à modérées) et des infestations modérées à élevées de tordeuses du bourgeon de l'épinette en 1990.	20

PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK - 1989

En 1989, au Nouveau-Brunswick, des forêts sélectionnées qui étaient infestées par la tordeuse du bourgeon de l'épinette ont fait l'objet de traitements aériens aux fins de protection du feuillage. Des insecticides chimiques et biologiques ont été employés. Le RAPPORT DU PROGRAMME DE 1989, rédigé par Forest Protection Limited (Irving, 1989), contient de plus amples renseignements sur les opérations. Le présent rapport comprend une description du programme et des divers types de traitements en fonction des objectifs de protection du feuillage. Les prévisions d'infestations pour 1990 figurent également au rapport.

1. PULVÉRISATIONS

1.1 Territoires traités

En 1989, le programme de pulvérisations a couvert environ 576 900 hectares de forêts (Tableau 1; Figure 1), soit une superficie supérieure de 28,6 pour cent aux 448 500 hectares traités en 1988 (Carter, 1988). Les opérations d'arrosage comme telles ont été menées sous la direction de Forest Protection Limited (FPL). En outre, Forest Patrol Limited (J.D. Irving Ltd.) a arrosé environ 34 000 hectares de terres en tenure libre de J.D. Irving Ltd. (J. Ketterling, J.D.I. Ltd., comm. pers.) au lieu des 98 000 hectares traités l'année dernière.

1.2 Insecticides

Voici quels insecticides ont été utilisés en 1989 (Tableau 1) : un insecticide chimique, le Fénitrothion (Sumithion) et deux insecticides biologiques à base de Bacillus thuringiensis var. Kurstaki (B.t.), soit le Dipel 176 et le Futura XLV. Environ 80,9 pour cent de la superficie visée par le programme ont reçu deux applications de Fénitrothion et 0,9 pour cent, une seule application. Environ 18,2 pour cent de la superficie totale ont reçu une seule (7,0 pour cent) ou deux (11,2 pour cent) applications d'insecticide biologique. En outre, on a varié les taux d'application (Tableau 1).

Dans le cas des petits appareils épandeurs (PAÉ), on a eu recours à la "technique de pulvérisation améliorée", selon laquelle le débit de chaque pulvérisateur Micronair AU4000 était limité à 2 L/min/unité, ce qui lui permettait de tourner plus rapidement et de produire des gouttelettes plus fines. Cette technique et la puissance des produits à base de B.t. ont permis de réduire de moitié le taux normal de pulvérisation pour ce qui est du volume par hectare, qui est passé de 30 à 15 BIU/ha. Pour pouvoir appliquer les 30 BIU/ha, les PAÉ ont dû arroser les superficies visées deux fois. Les TBM ont pulvérisé du B.t. à l'aide de rampes et d'ajutages standard.

1.3 Logistique des opérations

Forest Protection Limited a été avisée par le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie que les premiers blocs de pulvérisation étaient "biologiquement" prêts pour le traitement le 26 mai. Des conditions climatiques adverses ont retardé le début des pulvérisations au matin du 28 mai. Les zones à traiter au B.t. ont été déclarées prêtes dans la soirée du 30 mai et les pulvérisations ont commencé au cours de la soirée suivante.

Tableau 1. Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par Forest Protection Limited en 1989 pendant les opérations de lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette* (programme de J.D. Irving Ltd. exclu).

Traitement**	Hectares (milliers)	(%)	Genre d'aéronef
Une application - biologique			
15 BIU-D176/1,18 L/ha	8,8	(1,5)	PAÉ
30 BIU-FXLV/1,01 L/ha	12,0	(2,1)	PAÉ
30 BIU-FXLV/2,02 L/ha	10,2	(1,8)	TBM
30 BIU-D176/2,36 L/ha	9,0	(1,6)	TBM
TOTAL PARTIEL	40,0	(7,0)	
Deux applications - biologique			
15 BIU-D176/1,18 L/ha + 15 BIU-D176/1,18 L/ha	18,3	(3,2)	PAÉ
15 BIU-D176/1,18 L/ha + 15 BIU-FXLV/1,01 L/ha +	31,6	(5,4)	PAÉ
30 BIU-FXLV/2,02 L/ha + 30 BIU-FXLV/2,02 L/ha	4,7	(0,8)	TBM
30 BIU-D176/2,36 L/ha + 30 BIU-FXLV/2,02 L/ha	10,3	(1,8)	TBM
TOTAL PARTIEL	64,9	(11,2)	
TOTAL PARTIEL BIOLOGIQUE	104,9	(18,2)	
Une application - chimique			
210 g Fén/0,44 L/ha	5,3	(0,9)	PAÉ
Deux applications - chimique			
210 g Fén/1,46 L/ha + 210 g Fén/1,46 L/ha	466,7	(80,9)	TBM, DC-6
TOTAL PARTIEL	472,0	(81,8)	
TOTAL GÉNÉRAL	576,9	(100,0)	

*Source : Forest Protection Ltd.

**D176 = Dipel 176
FXLV = Futura XLV
Fén. = Fénitrothion

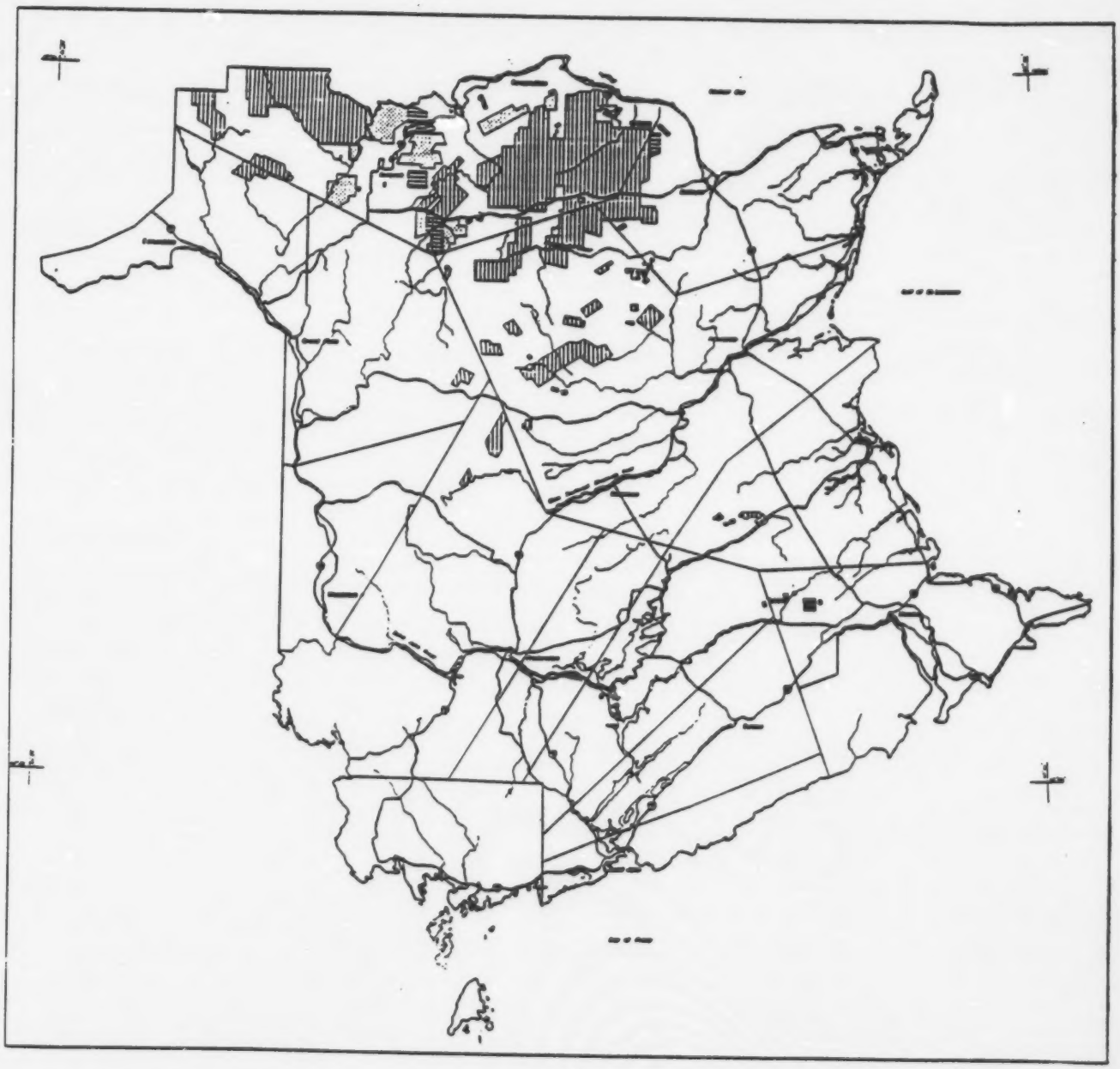


Figure 1. Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1989 dans la lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (programme de J.D. Irving Ltd. exclu).

Les opérations ont cessé dans la soirée du 17 juin. Au cours de cette période, les conditions climatiques ont empêché les pulvérisations pendant sept jours complets, ce qui fait qu'à ce chapitre, l'année a été jugée comme étant "normale" (Irving, 1989).

1.4 Coûts

Le Tableau 2 donne les coûts de l'arrosage pour tous les traitements effectués entre 1984 et 1988 et les estimations pour 1989. Les coûts des relevés aériens de défeuillaison, du relevé L2 ainsi que les frais généraux de FPL, qui comprennent les frais de recherche et de développement, ne sont pas compris dans ce tableau. Les chiffres définitifs pour 1989 n'étant pas disponibles, ils n'ont pu être inclus dans le présent rapport.

Tableau 2. Coûts réels de l'arrosage au Nouveau-Brunswick, entre 1984 et 1988, et estimations pour 1989 (non rajustés pour tenir compte de l'inflation).

Application	Coût ($/ha)					
	1984	1985	1986	1987	1988	1989[a]
TBM chimique	6,80	7,23	9,19	7,07	10,92	11,79[b]
TBM B.t.	11,79	14,12	-	12,22	12,55[b]	14,95
PAÉ chimique	11,52	11,82	11,50	16,42	16,46	17,91
PAÉ B.t.	16,38	18,71	16,60	21,54	20,83	21,62

a = estimations, b = comprend DC-6.

2. RELEVÉS ET ÉVALUATIONS

Divers relevés ont été faits afin de fixer la date du début des pulvérisations et d'en évaluer les résultats. Les méthodes utilisées s'apparentaient à celles des précédents programmes de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick.

2.1 Critères biologiques de pulvérisation

Les critères biologiques retenus en 1989 étaient semblables à ceux des années précédentes. Les blocs à traiter ont fait l'objet d'évaluations aériennes ou au sol avant d'être déclarés prêts. Les blocs traités au Fénitrothion ont été déclarés prêts lorsque les échantillons de sapin baumier ont respecté les critères suivants :

- la majorité des tordeuses en étaient à la troisième mue; toutes les larves de tordeuses se nourrissaient de pousses ou de fleurs; les nouvelles pousses de classes 3 et 4 portaient des aiguilles ou encore leurs bourgeons commençaient à s'élargir (Dorais et Kettela, 1982)

et les blocs qui comptaient un grand nombre d'épinettes rouges/noires, lorsque les échantillons d'épinettes ont respecté les critères suivants :

- la majorité des tordeuses en étaient à leur troisième mue, toutes les larves avaient migré des galeries creusées dans les anciennes aiguilles, avaient commencé à faire de la soie à l'extérieur des bourgeons ou avaient commencé à se creuser un tunnel à l'intérieur de ceux-ci.

Les blocs traités au B.t. ont été déclarés prêts lorsque les échantillons de sapin baumier ont respecté les critères suivants :

- la majorité des tordeuses en étaient à leur troisième mue ou l'avaient terminée; les larves de tordeuses se nourrissaient des pousses ou des fleurs; les pousses de classes 4 et 5 avaient commencé à s'élargir ou encore étaient complètement épanouies (Dorais et Kettela, 1982).

Pour fixer la date des pulvérisations, un total de 1 382 échantillons de développement ont été prélevés dans 257 blocs.

L'étude au sol du développement des pousses et des insectes dans tous les blocs s'ajoutaient des observations aériennes régulières à basse altitude destinées à évaluer l'élargissement des pousses de sapins baumiers et des autres espèces d'arbres dans les zones à traiter. Les résultats de ces observations étaient ensuite compilés pour déterminer quels blocs étaient prêts pour le traitement.

2.2 Recensements effectués avant traitement

Pour faciliter la comparaison entre les opérations de pulvérisation à grande échelle de B.t. et de Fénitrothion, on a effectué des recensements avant traitement de la densité de la population larvaire dans des sections réparties dans les diverses zones traitées et dans les zones témoins. Chaque section était subdivisée en un certain nombre de blocs de cinq arbres. Ce relevé a permis de déterminer les populations larvaires avant traitement dans un certain nombre de petits blocs, ce qui a donné lieu à l'annulation des pulvérisations sur 1 665 hectares de terres forestières que l'on prévoyait arroser.

2.3 Recensements effectués après traitement

Une fois les opérations d'arrosage commencées, le prélèvement d'échantillons s'est poursuivi afin d'étudier l'activité larvaire, l'évolution du processus de défeuillaison et le taux de pupation. Les données recueillies ont permis de décider a) si une deuxième application était nécessaire ou b) s'il fallait mettre fin au traitement en raison du stade de développement larvaire ou des dommages infligés au feuillage. En outre, les renseignements sur la pupation et la cessation de l'alimentation des larves ont contribué à

fixer le moment où le relevé aérien de la défeuillaison serait fait. Les échantillons prélevés après la première application ont permis de décider d'annuler la seconde application d'insecticide chimique sur 5 232 hectares de petits blocs de pulvérisation en raison d'un nombre trop faible de larves.

2.4 Évaluation préliminaire de la technique de calcul des doses

Au cours de l'année, on a effectué des relevés spéciaux dans six des blocs traités au B.t. pour tester une technique qui permettra peut-être de déterminer si suffisamment de larves en état de se nourrir ont ingéré une dose létale de B.t. pour qu'une deuxième application soit évitée. Deux jours après l'arrosage, des branches (au total 350), ont été prélevées et apportées à un laboratoire temporaire où le taux de mortalité 48 heures après l'application a été évalué; toutes les larves vivantes ont été enlevées des branches, nourries artificiellement et placées dans des incubateurs à 28 °C pendant deux jours. Après cette période, les larves ont été examinées pour voir combien vivaient encore. Cette méthode a été comparée à la méthode standard de comptage des larves vivantes employée sur le terrain de quatre à cinq jours après l'arrosage et appliquée aux mêmes arbres.

2.5 Relevés de la défeuillaison

Le pourcentage de défeuillaison (Fettes, 1950) des branches à mi-couronne des arbres échantillonnés a été déterminé après la pupation. On a ainsi pu savoir si les objectifs établis en matière de protection du feuillage avaient été atteints, c'est-à-dire si le sapin baumier et l'épinette rouge/noire avaient respectivement conservé 60 et 50 pour cent ou plus des aiguilles de l'année en cours. Les recensements larvaires effectués avant traitement dans les blocs témoins ont servi à l'établissement des courbes prévisionnelles de défeuillaison. De plus, la défeuillaison observée dans les blocs traités a permis de comparer l'efficacité des divers traitements. Les dommages attribuables au froid ne constituaient pas un problème dans les blocs retenus pour l'évaluation.

Pour déterminer l'étendue et la gravité du phénomène de défeuillaison à l'échelle de la province, on a effectué un relevé aérien une fois le programme de pulvérisation terminé et après que les larves eurent fini de se nourrir. LES DONNÉES DE CE RELEVÉ N'ONT PAS ÉTÉ RECUEILLIES BLOC PAR BLOC, ce qui a permis d'éviter les erreurs attribuables aux différences d'observation.

2.6 Relevé selon le deuxième âge larvaire (L2)

Depuis 1985, on a adopté une méthode d'inventaire de la population qui a atteint le deuxième âge larvaire et qui hiberne pour prévoir l'intensité de l'infestation par la tordeuse et sa répartition pour l'année suivante. Des échantillons supplémentaires sont prélevés pendant les mois d'hiver pour faciliter la planification du programme de protection.

3. APERÇU DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LA TORDEUSE EN 1989

3.1 Relevé aérien de la défeuillaison[a]

Le relevé aérien de la défeuillaison a donné une vue d'ensemble de la répartition et de la gravité des ravages causés par la tordeuse à l'échelle de la province. Après quelques vols de reconnaissance, le relevé aérien a débuté le 3 juillet et s'est terminé le 7 juillet. Pendant cette période de cinq jours, une seule journée a été perdue à cause de la visibilité réduite. Plusieurs autres vols de reconnaissance ont été effectués pendant plusieurs jours et aucune défeuillaison supplémentaire n'a été décelée.

Selon le relevé aérien, on a évalué qu'il y avait environ 67 000 hectares de défeuillaison légère, 129 000 hectares de défeuillaison modérée et 267 000 hectares de défeuillaison grave. La superficie combinée des défeuillaisons modérée et grave représente une réduction de 20 pour cent par rapport à l'année dernière et de 80 pour cent par rapport à il y a six ans (Tableau 3). La défeuillaison était principalement concentrée dans le nord et dans le centre-nord de la province, tandis que les régions du sud, de l'ouest et de l'est étaient peu touchées (Figure 2).

Tableau 3. Estimation de la superficie défeuillée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick entre 1975 et 1989.

	CATÉGORIE DE DÉFEUILLAISON (en milliers d'hectares)		
Année*	Légère	Modérée et grave	Total
1975	820	3 567	4 387
1976	192	404	596
1977	123	481	604
1978	141	669	810
1979	105	1 320	1 425
1980	176	673	849
1981	135	1 221	1 356
1982	185	1 202	1 387
1983	301	2 028	2 329
1984	**	730	730
1985	**	1 071	1 071
1986	160	927	1 087
1987	88	430	518
1988	43	500	543
1989	67	396	463

* De 1975 à 1983, tirée de Kettela (1983).
** Défeuillaison légère non relevée.

a. Le relevé aérien est le fruit de la collaboration du ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie et de Foresterie Canada.

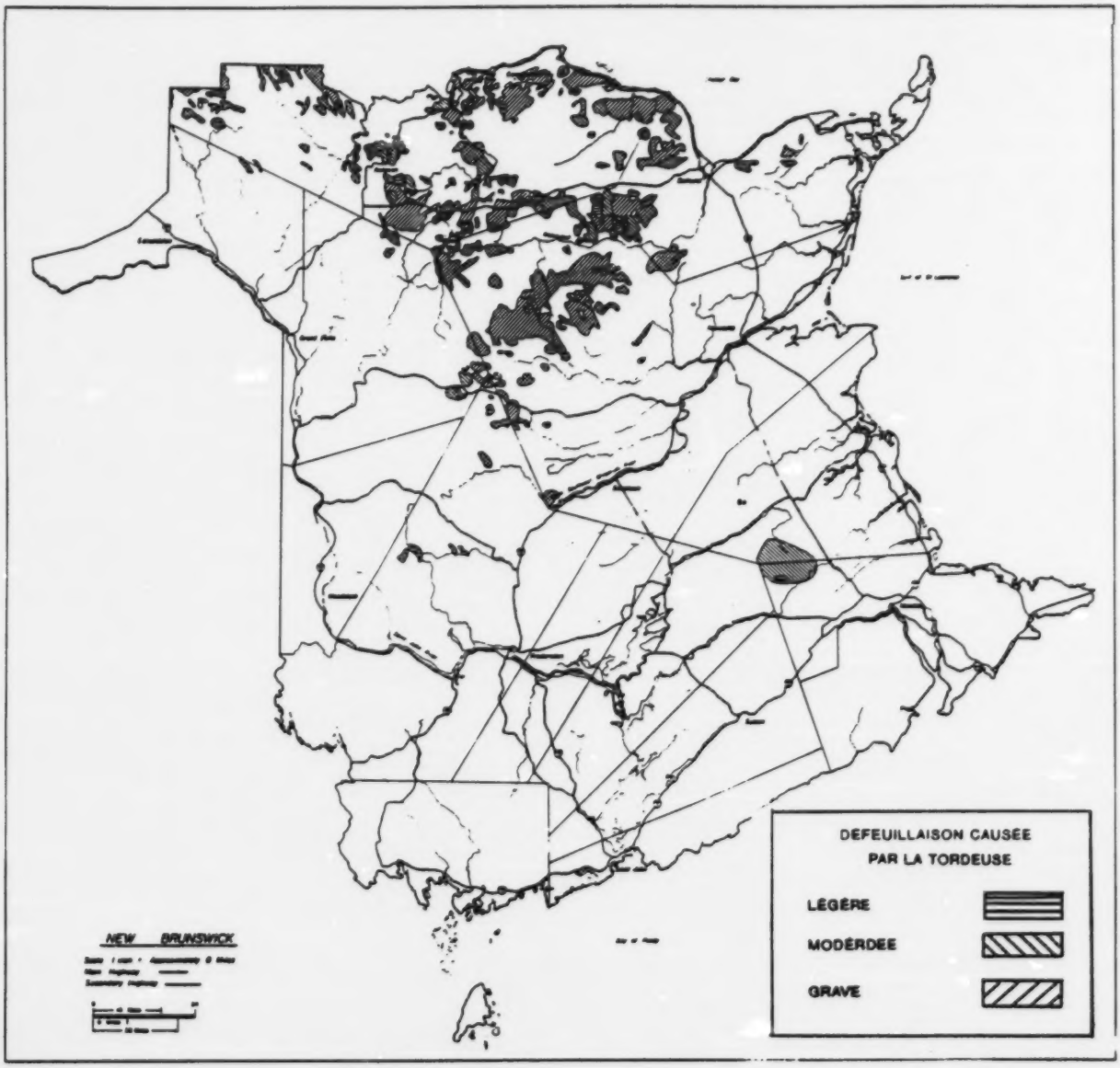


Figure 2. Zones de défeuillaison légère, modérée et grave attribuable à la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1989.

4. EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS

4.1 Efficacité des traitements

Les objectifs annuels en matière de protection du feuillage au Nouveau-Brunswick consistent à permettre aux sapins baumiers de conserver 60 pour cent ou plus des aiguilles de l'année en cours et à l'épinette de rouge/noire d'en garder 50 pour cent ou plus. Quoiqu'il en soit, lorsque la densité des populations recensées avant traitement était très élevée, un programme de pulvérisation pouvait encore être considéré comme bénéfique, même si les objectifs de protection du feuillage étaient inférieurs aux objectifs ci-dessus, mais qu'un certain nombre de pousses demeuraient pour l'année suivante (Kettela, 1982; Carter et Lavigne, 1985).

- Relevé aérien

Le relevé aérien a révélé que 16,4 pour cent de la superficie totale traitée au Fénitrothion et 17,6 pour cent de la superficie totale traitée au B.t. connaissaient une défeuillaison modérée et grave (Tableau 4). Pour les treize années écoulées entre 1977 et 1989, la moyenne de la superficie de défeuillaison modérée et grave dans les zones traitées était de 16 pour cent (variation de 10 à 38 pour cent). Avant 1985, de 95 à 100 pour cent de la toute la superficie étaient traités avec des insecticides chimiques, alors qu'en 1988, 47 pour cent étaient traités au B.t. - c'est l'année où l'on a connu le pourcentage le plus élevé de défeuillaison modérée et grave dans les zones traitées (Carter, 1988).

Tableau 4. Superficie de défeuillaison modérée et grave dans les blocs traités au Fénitrothion ou au B.t. au Nouveau-Brunswick en 1989.

Traitement	Superficie traitée (ha)	Superficie défeuillée (ha)	% de la superficie traitée défeuillée
FÉNITROTHION	472 000	77 487	16,4
B.t.	104 000	18 430	17,6
TOTAUX	576 000	95 917	16,6

- Relevé au sol

En 1989, au printemps, les populations moyennes de larves de tordeuses du bourgeon de l'épinette étaient inférieures (Figure 3) à celles de 1988. Il en était de même pour ce qui concerne les dommages attribuables à la tordeuse (Figure 4). Les populations moyennes avant traitement des zones traitées au B.t. étaient de 1,8 fois inférieures à celles des zones traitées ou Fénitrothion (zones traitées au B.t. : 9,4 larves par branche et 0,104 larves par bourgeon; zones traitées au Fénitrothion : 16,2 larves par branche et 0,186 larves par bourgeon). Parce que les populations larvaires étaient inférieures cette année, il a été possible de retarder l'arrosage de quelques jours sans risque de défeuillaison hâtive. En conséquence, l'allongement des pousses et le développement des larves étaient plus avancés cette année, au moment où les blocs ont été jugés prêts à être traités.

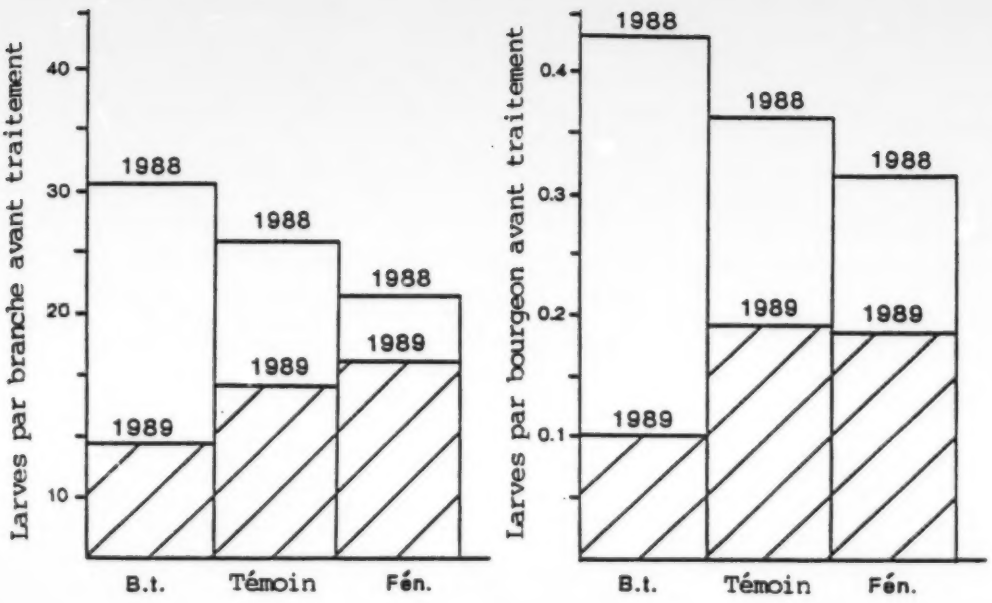


Figure 3. Densités moyennes combinées des populations larvaires avant traitement (larves par branche ou par bourgeon) dans les blocs témoins et les blocs traités au Fénitrothion et au B.t., en 1988 et 1989.

La surveillance des conditions climatiques effectuée à partir de huit stations situées dans la région nord a permis de confirmer que les températures étaient plus élevées cette année pendant la saison des arrosages, en raison, principalement, de températures minimales plus élevées. La quantité totale de pluie tombée pendant la période d'arrosage a été supérieure, mais la pluie n'est pas tombée pendant autant de jours consécutifs que l'année dernière.

Comme d'habitude, les résultats ont varié d'un lieu d'échantillonnage à un autre (Tableau 5). Toutefois, lorsque les données concernant le B.t. et le Fénitrothion ont été rassemblées et comparées, il n'y avait aucune différence apparente entre les degrés de protection accordés par l'un et l'autre produits (Figure 5). Il faut cependant faire preuve de prudence dans nos comparaisons, en raison du nombre limité de types de populations auxquels elles s'appliquent, particulièrement dans les zones traitées au B.t. à partir des données apparaissant au Tableau 5, on calcule ce qui suit :

a) la défeuillaison moyenne observée sur les branches de sapin baumier prélevées était de 21 pour cent par rapport à 13 pour cent pour les zones traitées au B.t.,

b) la réduction moyenne de la défeuillaison des branches de sapin baumier observée était de 63 pour cent pour le Fénitrothion, comparativement à 69 pour cent pour le B.t. et

c) bien qu'il ne s'agissent pas d'une mesure de l'efficacité de la protection obtenue, la mortalité larvaire occasionnée par le Fénitrothion était de 81 pour cent, comparativement à 85 pour cent pour le B.t.

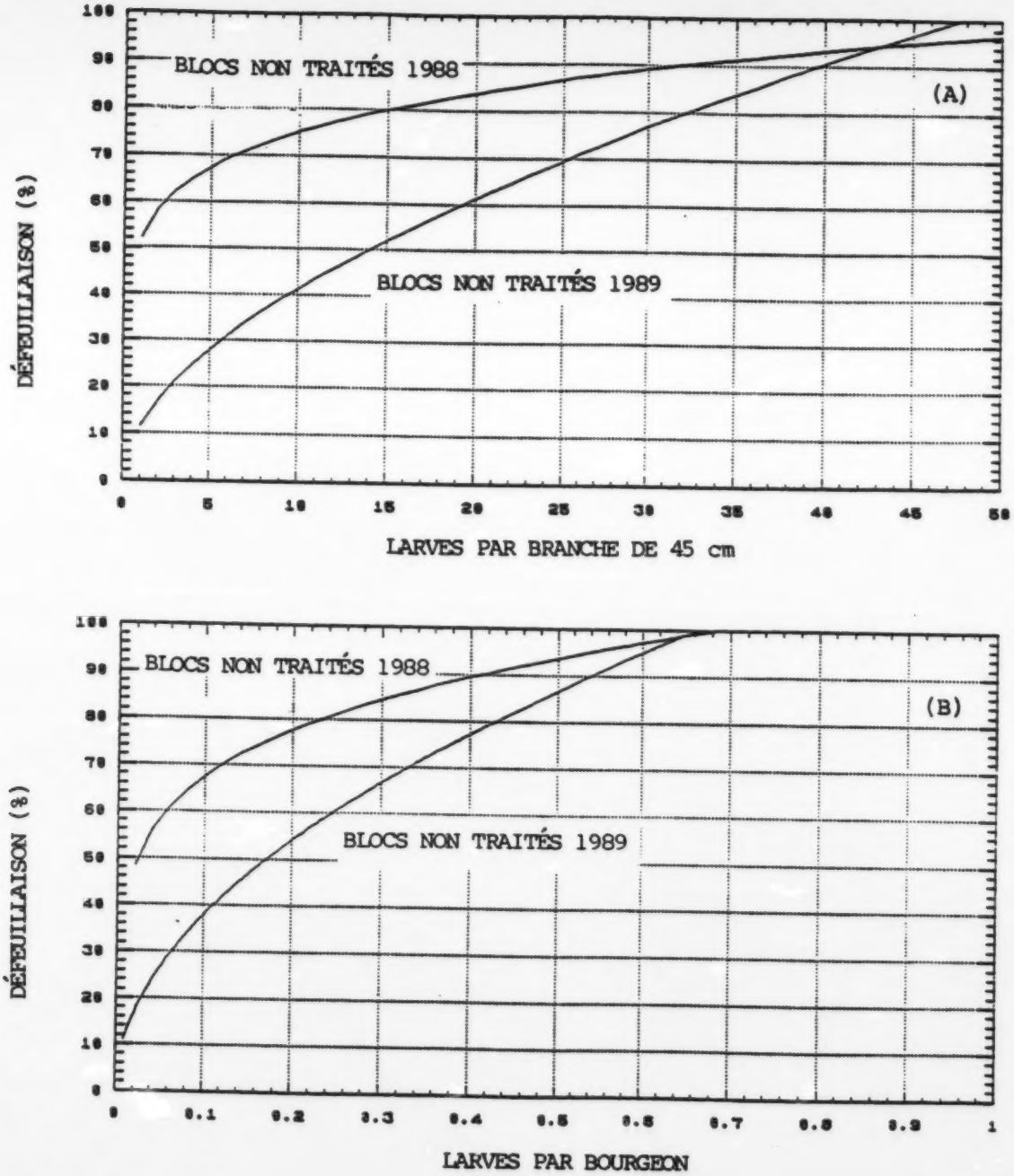


Figure 4. Comparaison entre les taux de défeuillaison prévus dans les blocs témoins, en 1988 et 1989, en fonction du nombre de larves par branche (A) et par bourgeon (B).

Tableau 5. Nombre moyen de larves, mortalité larvaire et défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoins et les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1989.

Bloc	Lignes	Aéronef	n	Larves avant traitement /45 cm	Larves avant traitement /bourg.	% de mortalité Obs.	% de mortalité Corr.[a]	Défeuillaison % prév.	Défeuillaison % obs.	Défeuillaison % réd.[b]
Kedgwick										
Fénitrothion - 2 x 210 g/ha										
A-1	3-28	TBM	50	15,9	0,125	89,0	66,0	40,2	18,7	67,2
A-3(A)	3-20	TBM	50	10,8	0,152	97,7	91,5	43,1	15,9	68,1
A-3(B)	24-80	TBM	75	18,6	0,306	96,4	85,7	60,7	30,4	57,8
A-4	50-110	TBM	75	16,0	0,184	98,4	90,7	48,7	16,0	71,9
A-9	4-30	TBM	75(92)[c]	17,8	(0,185)	95,6	84,7	(48,2)	(12,6)	(76,0)
A-19	21-54	TBM	30	7,6	0,107	82,2	60,4	36,1	9,8	79,6
Bacillus thuringiensis - 1 x 15 BIU/ha										
A-6(B)	156-158	PAÉ	50	7,1	0,074	94,9	81,9	29,6	9,6	72,8
A-10	0-17	PAÉ	50	9,8	0,084	94,4	87,7	32,3	18,0	64,9
Bacillus thuringiensis - 2 x 15 BIU/ha										
A-7	14-24	PAÉ	50	6,0	0,068	97,6	91,2	28,4	2,9	86,0
A-6(A)	121-149	PAÉ	50	7,3	0,099	92,6	78,7	35,6	5,2	81,6
A-11(B)	2-10	PAÉ	50	9,8	0,082	100,0	100,0	31,6	10,2	69,0
Bacillus thuringiensis - 1 x 30 BIU/ha										
A-11(A)	19-27	TBM	50	6,5	0,069	99,6	92,7	28,7	7,0	80,8
Bacillus thuringiensis - 2 x 30 BIU/ha										
A-8	36-47	TBM	50(70)	17,6	(0,208)	91,3	79,1	(53,3)	(29,9)	(48,4)
Non traités										
C-502	-	-	50	6,8	0,073	82,5	-	-	19,8	-
C-104(C)	-	-	50	10,1	0,185	73,1	-	-	48,1	-
C-508(D)	-	-	48	24,2	0,380	80,3	-	-	87,9	-
C-105(E)	-	-	50	12,3	0,156	83,6	-	-	25,4	-
Cambellton										
Fénitrothion - 2 x 210 g/ha										
D1(A)	0-35	DC6	75	14,8	0,174	89,7	74,4	48,7	24,8	55,3
D1(B)	50-102	DC6	75	12,1	0,118	99,2	95,6	39,6	7,1	79,4
D1(C)	44-64	DC6	50	10,7	0,155	94,6	83,3	41,1	14,8	69,2
D1(D)	85-120	DC6	50	21,4	0,264	95,4	78,3	59,1	19,2	66,2

a = Mortalité corrigée (Abbott, 1925) fondée sur la courbe du pourcentage de mortalité naturelle appliquée au nombre de larves par branche de 45 cm.
b = % réd : ((déf. prév. - déf. obs.)/(déf. prév.)) x 100 %.
c = Données relatives aux larves par bourgeon et à la défeuillaison des échantillons supplémentaires.

Tableau 5. Suite

Bloc	Lignes	Aéronef	n	Larves avant traitement /45 cm	Larves avant traitement /bourg.	% de mortalité Obs.	% de mortalité Corr.[a]	Défeuillaison % prév.	Défeuillaison % obs.	Défeuillaison % réd.[b]
Bacillus thuringiensis - 1 x 30 BIU/ha										
A-12	0-11	TBM	50	10,9	0,105	80,5	51,0	36,0	14,9	57,8
Non traités										
C-101(A)	-	-	50	7,1	0,087	74,2	-	-	25,9	-
Bathurst										
Fénitrothion - 2 x 210 g/ha										
D1(A)	151-159	DC6	20	33,9	0,372	87,1	41,6	69,6	76,2	13,7
D1(B)	94-150	DC6	50	23,9	0,223	98,5	89,3	55,0	34,9	44,5
D1(C)	135-149	DC6	20	23,0	0,231	82,5	51,7	55,3	48,7	22,9
A-16	158-164	TBM	15	11,0	0,114	95,7	82,6	37,7	45,8	22,4
Non traités										
C-17	-	-	15	39,3	0,507	83,7	-	-	99,3	-
C-102	-	-	50	12,1	0,200	56,5	-	-	57,3	-
Newcastle										
Fénitrothion - 2 x 210 g/ha										
A-21	0-15	TBM	25	4,8	0,070	98,9	84,7	27,8	2,3	88,6
A-24	3-22	TBM	15	22,4	0,130	92,4	45,2	37,6	34,1	45,9
Non traités										
C-220	-	-	25	26,0	0,167	68,2	-	-	54,2	-
C-221	-	-	25	9,6	0,103	69,6	-	-	23,2	-
Fredericton										
Fénitrothion - 2 x 210 g/ha										
A-25	6-15	TBM	30	19,8	0,198	89,3	56,6	51,7	23,9	52,9
Non traités										
C-225	-	-	30	16,5	0,177	68,2	-	-	54,5	-

a = Mortalité corrigée (Abbott, 1925) fondée sur la courbe du pourcentage de mortalité naturelle appliquée au nombre de larves par branche de 45 cm.
b = % réd. : ((déf. prév. - déf. obs.)/(déf. prév.)) x 100 %.

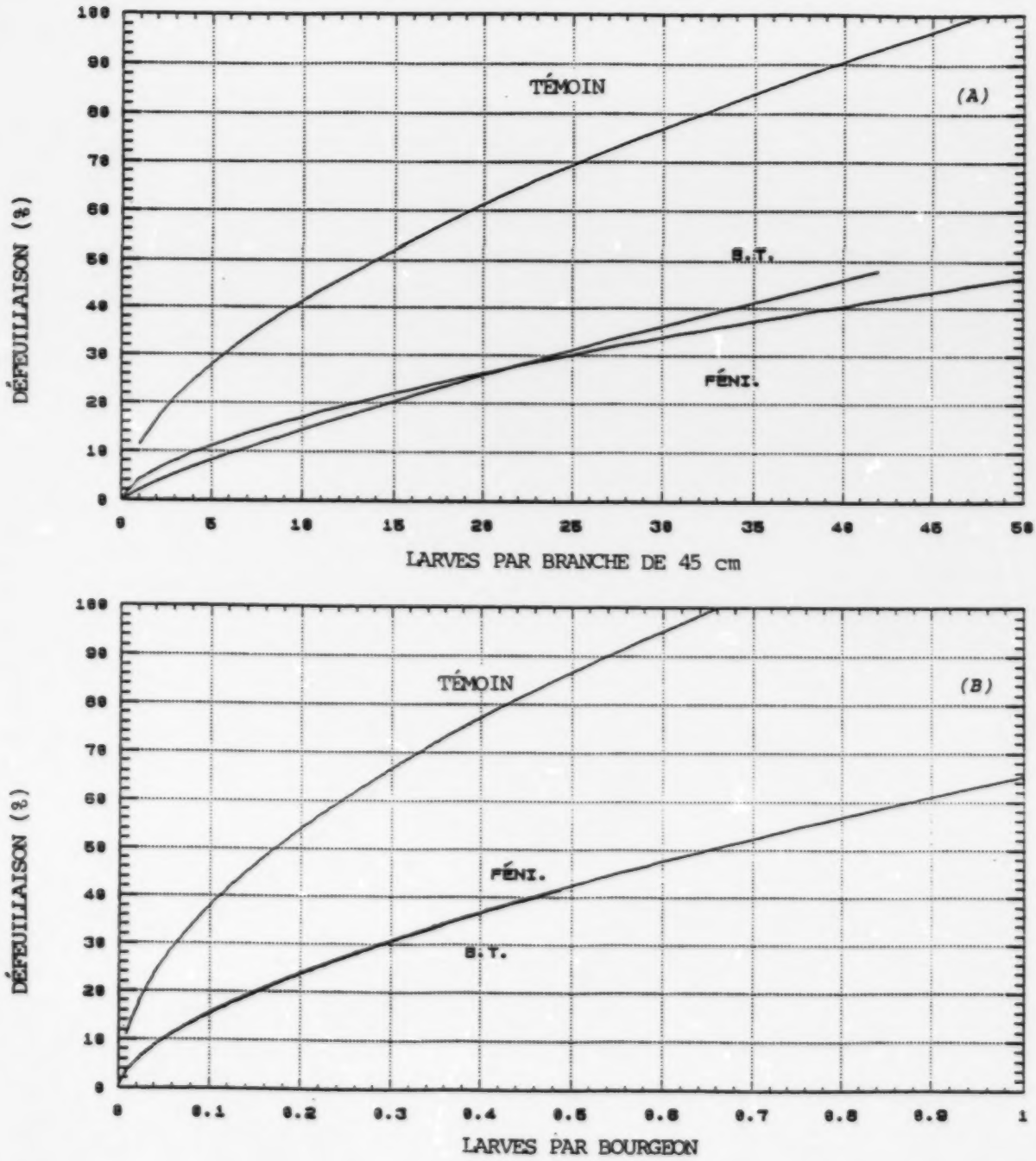


Figure 5. Relations entre la défeuillaison et le nombre de larves par branche (A) ou par bourgeon (B) dans les blocs traités au Fénitrothion et au B.t. ainsi que dans les blocs témoins, en 1989.

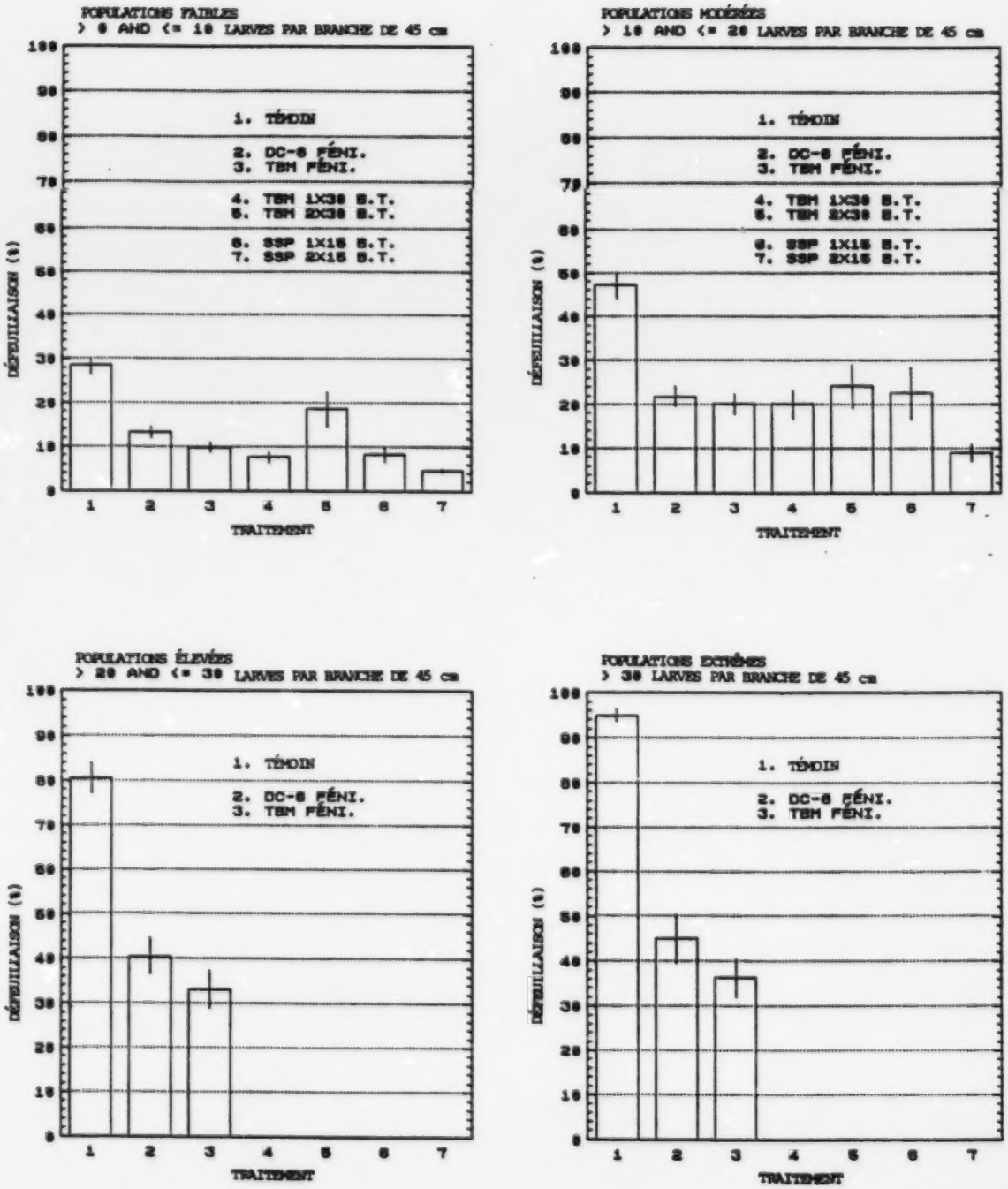


Figure 6. Pourcentage moyen de défeuillaison (et écart type) pour chaque traitement, en fonction des populations de larves par branche avant traitement, en 1989.

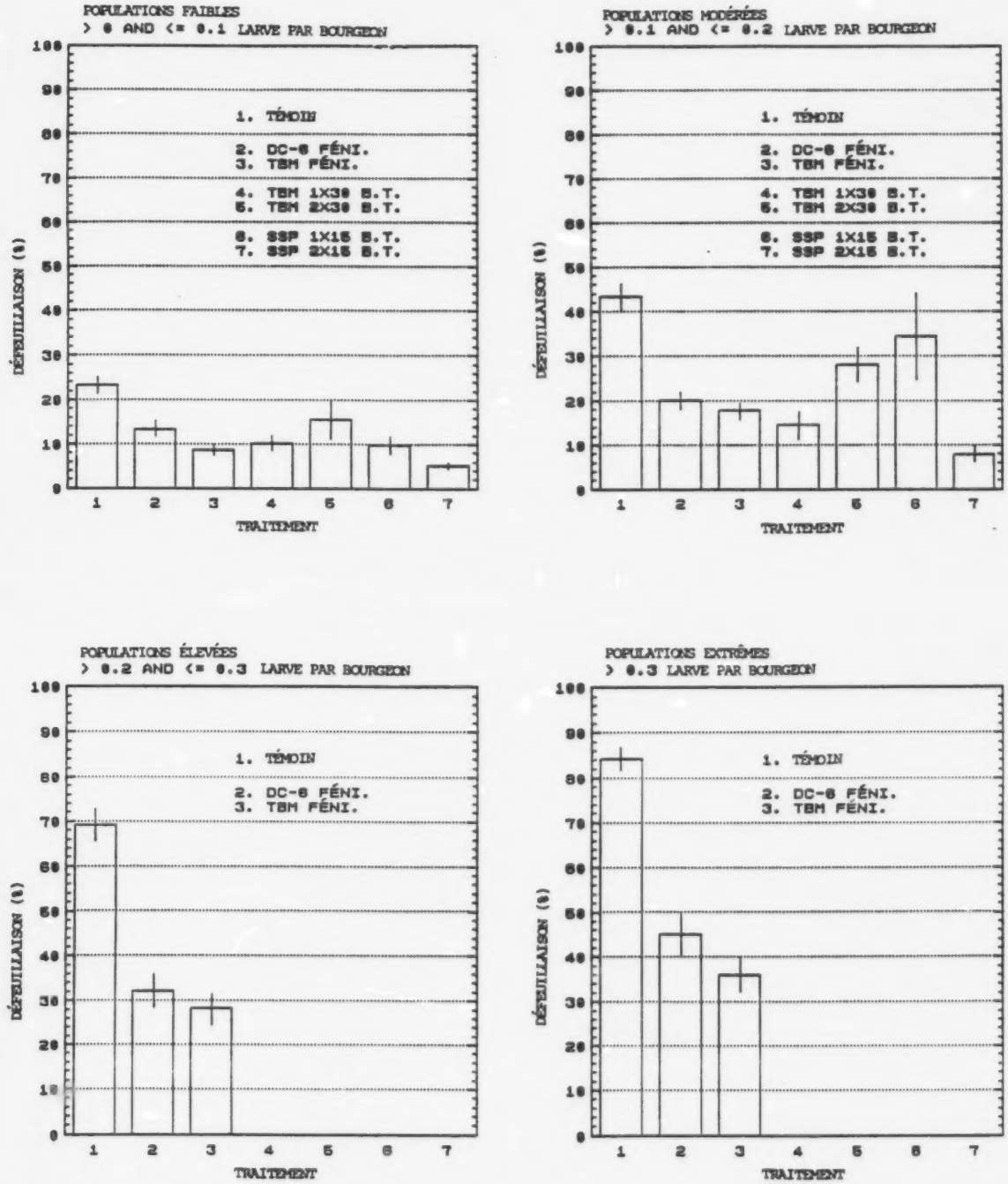


Figure 7. Pourcentage moyen de défeuillaison (et écart type) pour chaque traitement, en fonction des populations de larves par bourgeon avant traitement, en 1989.

Les comparaisons entre les traitements individuels au B.t. ont été restreintes aux populations faibles et modérées à cause des données insuffisantes en ce qui concerne les populations élevées et extrêmes (en général, de 0 à 7 observations). Les deux traitements, à l'aide de PAÉ, de 15 BIU/ha ont donné les meilleurs résultats, suivis du traitement unique, à l'aide de TBM, de 30 BIU/ha (Figures 6 et 7). Pour ce qui concerne les faibles populations, l'application unique, à l'aide de PAÉ, de 15 BIU/ha a semblé être efficace, mais les quelques observations faites dans les zones à populations élevées suggèrent que la protection dans leur cas a été insuffisante. Ironiquement, les deux applications, au moyen de TBM, de 30 BIU/ha n'ont pas donné des résultats aussi bons que les autres formules d'application relatives au B.t. Pour le moment, on émet l'hypothèse que ce faible résultat est le fruit d'une combinaison de facteurs qui ont permis aux larves de se développer davantage (index larvaire 5,5 à 5,8), par exemple des populations plus élevées et une application plus tardive (environ dix jours de délai, en raison de l'échelonnement des applications); il se peut également qu'une quantité insuffisante de produit se soit déposée (aucune mesure n'a été prise) en raison de problèmes techniques pendant l'arrosage.

Dans les zones traitées au Fénitrothion par les TBM, la défeuillaison moyenne est en règle générale plus faible que dans les zones traitées avec des DC-6 pour les types de populations examinés (Figures 6 et 7).

En somme, les résultats obtenus avec le Fénitrothion cette année correspondaient aux attentes. En ce qui concerne le B.t., les résultats de 1989 représentent un véritable succès, si on les compare à l'échec relatif de 1988. En d'autres mots, cette année, le programme a été un succès, mais n'a pas fourni assez de données à partir desquelles on peut évaluer le rendement du B.t. sur les populations élevées. On pense actuellement qu'en 1989, les populations larvaires, le développement des pousses, les conditions climatiques et les techniques d'épandage ont contribué davantage au succès du B.t. qu'en 1988. Entre-temps, il nous faut pousser plus loin nos recherches en ce qui concerne les effets de la formule 2 x 15 BIU/ha de B.t. sur les populations élevées.

4.2 Évaluation de la technique de calcul des doses

Pour que la technique de calcul des doses soit efficace, il faut qu'elle soit meilleure que la technique d'évaluation sur le terrain où qu'elle comporte des avantages par rapport à elle. L'objectif est d'évaluer si une première application de B.t. est suffisante pour entraîner l'annulation de la seconde application. C'est donc le nombre d'insectes vivants et en état de se nourrir après la première application qui est important. Normalement, pour que le deuxième arrosage soit annulé, il faut qu'il n'y ait que quelques larves (c'est-à-dire de 0 à 2 par branche) sur l'ensemble des échantillons prélevés après la première application.

Or, 48 heures après le premier arrosage au B.t., en moyenne 70 pour cent (entre 58 et 83 pour cent) des larves des échantillons traités étaient encore vivantes. Après 48 heures supplémentaires, en moyenne 52 pour cent

(entre 43 et 67 pour cent) des larves nourries artificiellement étaient encore vivantes (Tableau 6). En d'autres termes, environ la moitié des larves avaient ingéré une dose létale de B.t., 48 heures après le premier arrosage des échantillons. Si ces chiffres sont représentatifs, il faudra envisager la possibilité d'un second arrosage, chaque fois que les populations excéderont 5 à 10 larves par branche.

On en conclut donc que cette technique ne présente aucun avantage, par rapport aux évaluations sur le terrain, qui justifierait son adoption pour les programmes en cours. Cette technique pourrait sans doute être plus utile dans le cadre de travaux de recherche.

Tableau 6. Résumé du taux de survie des larves 48 heures* après un premier arrosage, puis 48 heures** plus tard, après avoir été nourries artificiellement à 28 °C.

Emplacement de l'échantillon	Survie après traitement (%)	
	48 heures*	48 heures **
Bloc 7	58	43
Bloc 8	68	48
Bloc 10	83	67
Bloc 12	79	53
Bloc 6B	62	47
Bloc 11A	70	53
Moyenne	70	52

5. PRÉVISIONS EN MATIÈRE D'INFESTATION POUR 1990

En 1985, les relevés de masses d'oeufs de la tordeuse du bourgeon de l'épinette ont été remplacés par les relevés L2, pour prédire les taux d'infestation au Nouveau-Brunswick. En proportion, le nombre de points d'échantillonnage dans chaque catégorie d'infestation a varié chaque année de 1981 à 1989 (Tableau 7). Entre 1982 et 1986, le pourcentage de points d'échantillonnage de la catégorie faible a eu tendance à diminuer tandis que celui de la catégorie élevée augmentait. En 1987, le pourcentage de points d'échantillonnage de la catégorie élevée a triplé dans les régions du centre nord et du nord-ouest de la province, principalement dans le comté de Restigouche. La plus grande partie du comté de Restigouche compte maintenant des populations variables (de faibles à modérées) alors que les populations de modérées à élevées se retrouvent dans la partie nord-ouest du comté de Northumberland et dans la partie ouest du comté adjacent de Gloucester. l'exception d'une importante zone située au centre ouest, où la densité des populations est variable, et d'un îlot situé au nord-ouest de Moncton, on ne prévoit pas que la majeure partie de la province (80 pour cent) subira des dommages significatifs au cours de la prochaine année.

Tableau 7. Fluctuations de l'intensité des infestations au Nouveau-Brunswick entre 1981 et 1989.

ANNÉE/RELEVÉ	TAUX D'INFESTATION PRÉVU			NOMBRE DE POINTS[a]
	FAIBLE	MODÉRÉ	ÉLEVÉ	
1981/masses d'oeufs	591 (34 %)	441 (25 %)	708 (41 %)	1 740
1982/masses d'oeufs	458 (26 %)	512 (29 %)	783 (45 %)	1 753
1983/masses d'oeufs	636 (48 %)	257 (20 %)	423 (32 %)	1 316
1984/masses d'oeufs	747 (51 %)	331 (22 %)	398 (27 %)	1 476
1985/L2	833 (56 %)	503 (32 %)	185 (12 %)	1 521
1986/L2	1 216 (77 %)	322 (20 %)	48 (3 %)	1 586
1987/L2	1 198 (76 %)	230 (15 %)	144 (9 %)	1 572
1988/L2	879 (73 %)	226 (19 %)	99 (8 %)	1 204[b]
1989/L2	1 102 (82 %)	180 (13 %)	67 (5 %)	1 349[b]

a - Ne comprend pas les échantillonnages supplémentaires
b - Réduction de l'échantillonnage attribuable à la chute de la population dans le sud du Nouveau-Brunswick.

Il est donc prévu qu'en 1990, 1,47 million d'hectares (Figure 8) seront infestés par des populations de tordeuses variables (de faible à modérée) ainsi que modérées à élevées, ce qui constitue une faible diminution (10 pour cent) de la superficie infestée par rapport aux prévisions de l'année dernière (Tableau 8). Ce qui est particulièrement significatif, c'est cette diminution de 65 pour cent de la superficie dont la densité des populations est de modérée à élevée (0,5 million d'hectares pour 1990 comparé à 1,5 million d'hectares pour 1989). Il est également intéressant de constater que les conditions des populations dont la densité est de modérée à élevée sont semblables à celles qui prévalaient au moment d'établir les prévisions dans le comté de Restigouche, en 1987 : les relevés L2 montraient souvent l'existence de branches comptant 20+ larves ou plus et les dommages provoqués par la tordeuse en 1988 ont été importants (Carter, 1988).

Tableau 8. Prévisions relatives aux superficies d'infestations modérées et élevées de 1982 à 1989; comprend les infestations variables (de faibles à modérées) pour 1988 et 1989.

ANNÉE (N)	(N + 1) PRÉVISIONS
1982	5,30 millions d'hectares
1983	4,10 millions d'hectares
1984	3,57 millions d'hectares
1985	3,15 millions d'hectares
1986	1,71 million d'hectares
1987	1,50 million d'hectares
1988	1,65 million d'hectares
1989	1,47 million d'hectares

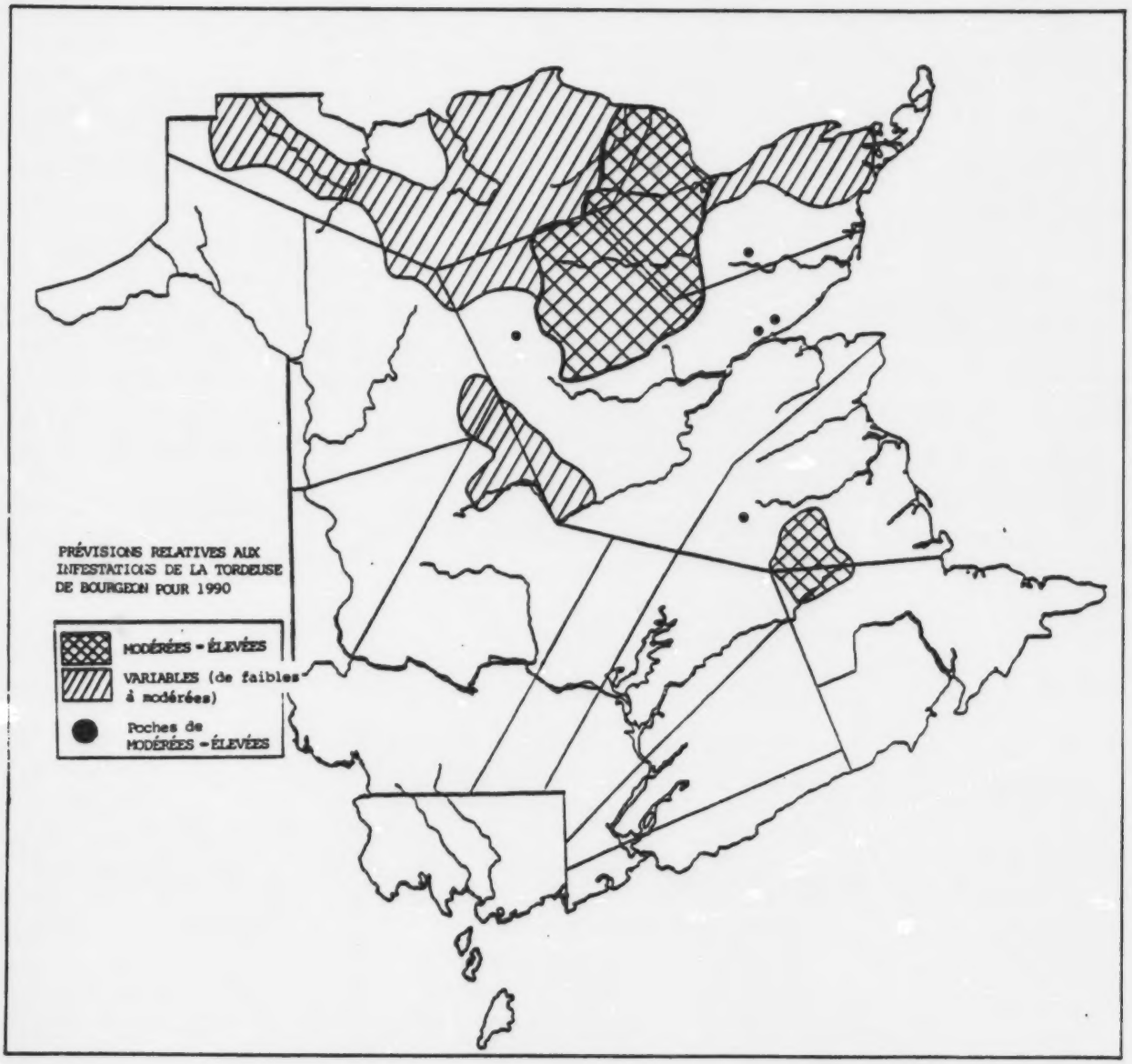


Figure 8. Territcires du Nouveau-Brunswick où l'on prévoit des infestations variables (de faibles à modérées) et des infestations modérées à élevées de tordeuses du bourgeon de l'épinette en 1990.

6. CONCLUSIONS

6.1 Opérations d'arrosage

1. Les opérations de pulvérisation d'insecticides chimiques et biologiques en 1989 ont été effectuées dans la période prescrite pour les pulvérisations larvaires.

2. Aucune zone n'a pu être traitée en raison d'un retard causé par le mauvais temps.

6.2 Efficacité du programme

1. Selon l'évaluation au sol de la défeuillaison actuelle, le Fénitrothion et le B.t. ont donné des résultats acceptables.

2. Les résultats du relevé aérien de la défeuillaison révèlent que 396 000 hectares étaient affectés d'une défeuillaison combinée modérée et grave, dont 16,6 pour cent appartenaient à des zones traitées; c'est-à-dire 16,4 pour cent traitées au Fénitrothion et 17,6 pour cent traitées au B.t. l'échelle provinciale, 83,4 pour cent de la superficie affectée d'une défeuillaison modérée et grave se trouvaient à l'extérieur des zones de traitement, principalement dans les zones où on avait prévu une défeuillaison.

3. Dans les blocs traités au Fénitrothion, la défeuillaison actuelle moyenne du sapin baumier était de 21 pour cent par rapport à 13 pour cent pour les blocs traités au B.t. Cependant, dans les zones traitées au B.t., les populations moyennes avant traitement étaient de 1,8 fois inférieures à celles des zones traitées au Fénitrothion.

4. Dans les blocs traités au Fénitrothion, on prévoyait que le pourcentage moyen de réduction de la défeuillaison du sapin baumier serait de 63 pour cent par rapport à 69 pour cent pour les blocs traités au B.t.

5. Bien que cela ne constitue pas une mesure de l'efficacité de la protection, le taux de mortalité moyen attribuable au Fénitrothion était de 81 pour cent par opposition à 85 pour cent pour le B.t.

6. Les résultats obtenus avec le Fénitrothion étaient comparables aux prévisions pour tous les types de populations.

7. Il n'a pas été possible de tirer des conclusions sur l'usage du B.t. sur des populations élevées ou extrêmes, parce que les populations sur lesquelles il a été utilisé n'étaient que faibles ou modérées.

8. Pour les populations faibles et modérées, c'est la formule PAÉ 2 x 15 BIU/ha qui a donné les meilleurs résultats, suivie de la formule TBM 1 x 30 BIU/ha.

9. La formule PAÉ 1 x 15 BIU/ha a semblé prometteuse pour les populations faibles, mais insuffisante pour les populations plus élevées (conclusions fondées sur peu d'observations).

10. La formule TBM 2 x 30 BIU/ha a donné des résultats acceptables, mais des taux de protection de beaucoup inférieurs à ceux qui étaient anticipés, en raison de circonstances atténuantes.

6.3 Prévisions

1. Si l'on se fonde sur le relevé L2, on peut s'attendre que la superficie touchée par les infestations diminue de 10 pour cent en 1990. Selon les prévisions, 1,47 millions d'hectares seront touchés par des populations variables (de faibles à modérées) et modérées. Cette superficie représente environ 20 pour cent du territoire de la province.

2. On a encore décelé une diminution des infestations dans le comté de Restigouche. Celle-ci se traduit par une diminution du nombre moyen de points d'échantillonnage du relevé L2.

3. On ne prévoit aucun dommage important en 1990 dans la moitié sud de la province, ainsi que dans la plus grande partie de l'ouest et de l'est du territoire.

BIBLIOGRAPHIE

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Ent. 18 : 265-267.

Carter, N.E. et D.R. Lavigne. 1985. Programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick. 1985. Ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B).

Carter, N.E. et D.R. Lavigne. 1988. Programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick. 1988. Ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B.).

Dorais, L. and E.G. Kettela. 1982. A review of entomological survey and assessment techniques used in regional spruce budworm, Choristoneura fumiferana (Clem.), surveys and in the assessment of operational spray programs. Report of the Committee of Standardization of Survey and Assessment Techniques, Eastern Spruce Budworm Council.

Fettes, J.J. 1950. Investigations of sampling techniques for population studies of the spruce budworm on balsam fir in Ontario. Forest Insect Lab, Sault Ste. Marie, Ont., Ann. Tech. Rept.

Irving, H.J. 1989. Rapport du programme de 1989 de Forest Protection Limited, FPL, Comp. 5, Site 24, RR # 1, Fredericton (N.-B.).

Kettela, E.G. 1982. Résultats des relevés aériens de 1982 de la défeuillaison des forêts causée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette et examen de la méthode utilisée. Environnement Canada, Service canadien des forêts, CRFM, note technique n° 66.

Kettela, E.G. 1983. Situation des infestations de tordeuses du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1983 et prévisions pour 1984. Environnement Canada, Service canadien des forêts, CRFM, note technique n° 100.